

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B23B 31/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B23B 31/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1920-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 2-9521, A (Shinnko Electric Co., Ltd.), 12 January, 1990 (12.01.90), Claims (Family: none)	1-30
A	JP, 62-34708, A (Shinnko Electric Co., Ltd.), 14 February, 1987 (14.02.87), Claims (Family: none)	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 May, 2001 (11.05.01)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2001 (22.05.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



1

2

3

4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23B 31/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23B 31/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 2-9521, A (神鋼電機株式会社) 12. 1月. 1990 (12. 01. 90), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-30
A	JP, 62-34708, A (神鋼電機株式会社) 14. 2月. 1987 (14. 02. 87), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-30

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 05. 01

国際調査報告の発送日

22.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関口 勇

3C

9238

電話番号 03-3581-1101 内線 3324



PCT

E P : U S

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 525686WO01	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO1/01033	国際出願日 (日.月.年) 14.02.01	優先日 (日.月.年) 13.06.00
出願人(氏名又は名称) 三菱電機株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23B 31/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23B 31/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 2-9521, A (神鋼電機株式会社) 12. 1月. 1990 (12. 01. 90), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-30
A	JP, 62-34708, A (神鋼電機株式会社) 14. 2月. 1987 (14. 02. 87), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-30

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 05. 01

国際調査報告の発送日

22.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関口 勇

印

3C

9238

電話番号 03-3581-1101 内線 3324



(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 12 月 20 日 (20.12.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/96053 A1

(51) 国際特許分類⁷: B23B 31/26

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/01033

(22) 国際出願日: 2001 年 2 月 14 日 (14.02.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2000-176749 2000 年 6 月 13 日 (13.06.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

高宗浩一 (TAKAMUNE, Kouichi) [JP/JP]. 水谷孝夫 (MIZUTANI, Takao) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 宮田金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): JP, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

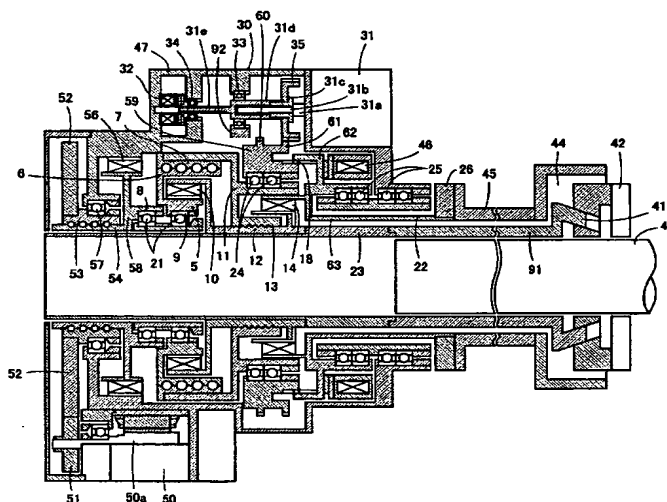
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤秀信 (ITO, Hi-denobu) [JP/JP]. 三村誠一 (MIMURA, Seiichi) [JP/JP].

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: THRUST CONVERTER, AND METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THRUST CONVERTER

(54) 発明の名称: 推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置



(57) Abstract: A thrust converter comprising a reciprocating means (1), a reciprocation-rotation converting means (5) for converting the reciprocating motion of the reciprocating means (1) into a rotary motion, a rotation-reciprocation converting means (11) axially aligned with the reciprocation-rotation converting means (5) for converting the rotary motion of the reciprocation-rotation converting means (5) into a reciprocating motion, a reaction receiving means (15) for receiving the reaction to the reciprocating motion of the rotation-reciprocation converting means (11), and a moving means (92) for axially moving the reciprocation-rotation converting means (5) and rotation-reciprocation converting means (11) separately from the driving force provided by the reciprocating motion of the reciprocating means (1), whereby the length in the amount of thrust conversion can be reduced with respect to the proportion of stroke.

[続葉有]

WO 01/96053 A1



(57) 要約:

往復運動手段 1 と、この往復運動手段 1 の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段 5 と、この往復回転変換手段 5 と同一軸線上に位置し、往復回転変換手段 5 の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段 11 と、この回転往復変換手段 11 の往復運動の反力を受ける反力受け手段 15 と、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 11 を、往復運動手段 1 の往復運動による駆動力とは別個に軸線方向に移動させる移動手段 92 とを備える構成とし、もって推力変換量の長さ寸法がストロークの割合に対して短縮できる推力変換装置を得るようにした。

明 細 書

推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置

5 技術分野

この発明は、プレス加工装置や、旋盤で加工物を把持するチャック装置等を駆動する推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置に関するものである。

10 背景技術

一般に、プレス加工装置での駆動源や工作機械等でワークを把持するチャック装置の駆動源として、油圧シリンダ、あるいは空圧シリンダによる推力を利用したものが多く採用されている。

ところが、油圧シリンダ、あるいは空圧シリンダによるプレス加工装置やチャック装置では、油圧、空圧装置が発生できる圧力とシリンダ径によって推力が定まる為、大きな推力のものが必要となった場合には、それらの容量が大きなものに変更しなければならずコスト高になる等の種々の問題点があった。

また、トルク増幅（またはトルク縮小）機構として歯車を用いた減速機があるが、この減速機は、入力を回転入力とし、この回転入力を増幅（または縮小）して回転出力として出力するものが一般的であって、軸方向入力（推力）を増幅（または縮小）して軸方向出力（推力）として出力するには、種々の歯車等の機械的部品を組み合わせる必要があり、ひいては大型化を招く。また反力が歯車を回転自在に支承する軸受にかかり、ひいては減速機の寿命が短い等の問題があり、このため軸方向入力（推力）を増幅（または縮小）して軸方向出力（推力）として出力する

ことができる、安価、小型且つ簡単な構成でしかも長寿命な推力変換装置が望まれていた。

5 なお、例えば特開昭 6 2 - 3 4 7 0 8 号公報に開示されたチャック装置のように、モータの回転トルクを増幅させるために歯車機構を採用した減速機を用いると、ワークの加工中にドローバー駆動系と主軸の回転系とを切離す為の電磁クラッチを必要とし、また部品点数が多くなってコスト高になるという問題点が生じる。

10 また、前記の電動式チャック装置では、ドローバーに軸方向推力を与えてワークを把持するが、ワーク加工中は、ドローバーを回転支持する軸受が、軸方向推力の反作用力を全て受けるため、主軸回転速度の高速化や、ドローバーの軸方向推力増加による把持力強化は、軸受の寿命を非常に短くする等種々の問題点がある。

そこで上述した従来の種々の問題点を解決するため、発明者等は、第 2 4 図に示すような、全く新規な推力変換装置を提案（発明）した。

15 第 2 4 図は、発明者等が提案した推力変換装置をチャック装置に適用したものの部分横断面図である。

20 第 2 4 図において、6 0 0 はモータ回転往復変換手段としてのモータ回転往復変換手段であり、サーボモータ 6 0 1 と、モータ軸 6 0 1 a と、モータ軸 6 0 1 a の負荷側端に固定された第 3 のネジ軸 6 0 2 と、第 3 のネジ軸 6 0 2 に螺合する第 3 のナット 6 0 3 と、モータ負荷側端ブラケット 6 0 4 b と、モータ負荷側端ブラケット 6 0 4 b に対して第 3 のナット 6 0 3 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 3 のリニアガイド 6 0 5 とにより構成されている。またモータ軸 6 0 1 a の反負荷側端には、モータの回転位置を検出する手段であるモータ回転位置検出部 6
25 0 6 が配設されている。

2 0 0 は往復回転変換手段としての往復回転変換手段であり、第 3 の

ナット 6 0 3 の反モータ側端に延在した非螺合部分に、第 1 のナット 2 0 1 のモータ側端に延在した非螺合部分を第 2 の軸受 2 0 2 を介して回転自在に且つ軸方向移動不可能に支承し、第 1 のナット 2 0 1 に螺合する第 1 のネジ軸 2 0 3 と、主回転軸 2 0 4 と、主回転軸 2 0 4 に対して
5 第 1 のナット 2 0 1 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 1 のリニアガイド 2 0 5 とにより構成されている。

3 0 0 は回転往復変換手段としての回転往復変換手段であり、第 1 のネジ軸 2 0 3 の内側に固定された第 2 のナット 3 0 1 と、第 2 のナット 3 0 1 に螺合する第 2 のネジ軸 3 0 2 と、主回転軸 2 0 4 と、主回転軸
10 2 0 4 に対して第 2 のネジ軸 3 0 2 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 2 のリニアガイド 3 0 3 とにより構成されており、第 2 のネジ軸 3 0 2 の先端には、押引棒 5 0 0 が固定されている。

4 0 0 は反力受け手段としての反力受け部であり、主回転軸 2 0 4 と、第 1 のネジ軸 2 0 3 と、主回転軸 2 0 4 に第 1 ネジ軸 2 0 3 を回転自在
15 に且つ軸方向に移動不可能に支承する第 1 の軸受 4 0 1 とにより構成されている。

主回転軸 2 0 4 の負荷側端には、アダプタ 5 0 1 a を介して主軸 5 0 2 の後端が固定されており、主軸 5 0 2 の先端には、アダプタ 5 0 1 b を介してチャック 5 0 3 が固定されている。主軸 5 0 2 の軸芯中空内部
20 には、軸方向移動自在にドロワー 5 0 4 が挿入され、ドロワー 5 0 4 の先端は、動作変換機構 5 0 5 を介してチャック爪 5 0 6 に係合されている。動作変換機構 5 0 5 は、カムレバーやテーパ等によりドロワー 5 0 4 の軸方向動作をチャック爪 5 0 6 の径方向動作に変換する。ドロワー 5 0 4 の後端は、押引棒 5 0 0 の先端に固定されている。

25 また、モータ 6 0 1 と主軸モータ部 5 0 7 とは、取付け枠 5 0 8 を介して固定され、これにより回転往復変換手段 6 0 0、往復回転変換手段

200、回転往復変換手段300、反力受け部400、第2の軸受202が主軸モータ部507に支持されている。

次に動作を、第23図を参照しながら説明する。

前記の様に構成されたチャック駆動装置においては、モータ軸601
5 aが所定の回転トルクで回転すると、モータ軸601aの負荷側端に固定された第3のネジ軸602も同様に回転し、第3のネジ軸602に螺合する第3のナット603は、第3のリニアガイド605にてこの第3のナット603を軸方向にのみ移動可能に回り止めしているの
10 転運動トルクは、第3のナット603における軸方向運動の推力に変換される。

第3のナット603が、軸方向に移動すると、これに第2の軸受202を介して回転自在に且つ軸方向移動不可能に支承された第1のナット201も、第3のナット603における軸方向運動の推力で軸方向に移動
15 させられる。

第1のナット201が軸方向に押されると、第1のナット201が第1のリニアガイド205により軸方向のみ移動可能に回り止めされているので、第1のナット201と螺合する第1のネジ軸203が回転する。
これにより第1のナット201における軸方向運動の推力は、第1のネ
20 ジ軸203における回転運動の回転トルクに変換される。

第1のネジ軸203が回転すると、第1のネジ軸203の内側に固定された第2のナット301も同様に回転し、第2のネジ軸302が第2のリニアガイド303により軸方向のみ移動可能に回り止めされているので、第2のナット301と螺合する第2のネジ軸302が軸方向に移動
25 する。これにより第2のナット301の回転運動トルクは、第2のネジ軸302における軸方向運動の推力に変換される。

第2のネジ軸302が軸方向運動すると、これに固定された押引棒500が軸方向に移動し、押引棒500に固定されたドロバー504が軸方向に同推力で移動し、軸方向動作をチャック爪506の径方向動作に変換してチャック503にワーク508を把持する。

- 5 ワーク508を、チャック爪506に把持した後、主軸モータ部507により主軸502が回転すると、ドロバー504、チャック503、動作変換機構505、ワーク508、アダプタ501a、501b、押引棒500、回転往復変換手段300及び往復回転変換手段200が連れ回りしながら、ワーク508の切削加工を行う。
- 10 回転往復変換手段200の第1のナット201が、モータ回転往復変換手段600の第3のナット603に軸受202により、回転自在に支承されているので、主軸502が回転してもモータ回転往復変換手段600は、回転しない。

- ところで、モータ回転軸601a及び第3のネジ軸602における回
- 15 転運動の回転トルクを T_M 、第3のナット603の軸方向に押す推力を F_1 、第3のナット603のネジリードを L_1 、回転往復変換効率を η とすると、

$$F_1 = (2\pi \cdot T_M \cdot \eta) / L_1 \quad \dots \quad (1 \text{ 式})$$

なる関係がある。

- 20 第3のナット603の軸方向推力により、第1のナット201が押されると、第1のナット201と螺合する第1のネジ軸203が回転する。これにより第1のナット201における軸方向運動の推力は、第1のネジ軸203における回転運動の回転トルクに変換される。

- ここで前記にて得られた第1のナット201を押す推力 F_1 、第1の
- 25 ネジ軸203の回転トルクを T_2 、第1のナット201のリードを L_2 、往復回転変換効率を η_2 とすると、

$$T2 = (L2 \cdot F1 \cdot \eta2) / 2\pi \quad \dots \quad (2式)$$

なる関係がある。

第1のネジ軸203が回転すると、第1のネジ軸203の内側に固定された第2のナット301も同様に回転し、第2のナット301と螺合する第2のネジ軸302が軸方向に移動する。これにより第2のナット301の回転運動トルクは、第2のネジ軸302における軸方向運動の推力に変換される。

ここで、前記にて得られた第1のネジ軸203と第2のナット301における回転運動の回転トルクをT2、第2のネジ軸302における軸方向運動の推力をF3、第2のネジ軸302のネジリードをL3、回転往復変換効率を $\eta3$ とすると、

$$F3 = (2\pi \cdot T2 \cdot \eta3) / L3 \quad \dots \quad (3式)$$

なる関係がある。

また、サーボモータ601から第1のナット201に与えられる軸方向運動の推力をF1と、第2のネジ軸302に発生する軸方向の推力をF3とは、前記(2式)、(3式)より

$$F3 / F1 = (L2 / L3) \cdot \eta c \quad \dots \quad (4式)$$

ηc : ネジの運動変換効率

なる関係が成立する。

20 即ち、 $L2 > L3$ なるネジリードで構成されている場合には、第2のネジ軸302に発生する推力F3は、F1推力を $(L2 / L3) \cdot \eta c$ 倍した増幅推力に変換されて発生することになり、小さな推力のサーボモータ601を用いても、押引棒500に大きな軸方向運動の推力を得ることが可能となる。

25 増幅された推力F3によって、押引棒500及びドロバー504が軸方向反負荷側に移動すると、動作変換機構505により軸方向動作を

チャック爪 506 の径方向動作に変換して、チャック 503 にワーク 508 を増幅された把持力で把持する。

ところで、より小さな回転トルク T_M でより大きな推力 F_3 を得るためには、(4式) から明らかなように、第 1 のナット 201 のリード L_2 を大きくすればよい。例えば、ネジの運動変換効率を 100% とすると、 $L_2 = 100\text{ mm}$ 、 $L_3 = 1\text{ mm}$ とすれば、 F_1 が 100 倍に増幅されたことになる。しかし、チャック爪 506 の開閉動作に必要なドローパー 504 のストロークを 15 mm とすると、第 2 のネジ軸 302 を 15 mm 移動させるには、第 2 のナット 301 を 15 回転させる必要がある。

従って、第 2 のナット 301 を 15 回転させるのは、第 1 のネジ軸 203 を 15 回転させなくてはならない。第 1 のナット 201 のリード L_2 は 100 mm のため、第 1 のナット 201 は 1500 mm の移動で済むだけの長さが必要になり、ひいては推力変換装置の軸方向長さが長くなる課題があった。

発明の開示

この発明は、前記のような課題を解決するためになされたもので、推力変換部の軸方向長さ寸法を必要なストロークの割合に対して短縮できる推力変換装置を提供することを目的とするものである。

またこの発明は、前記推力変換装置の制御方法及びその制御装置を提供しようとするものである。

また、この発明は種々の目的をもってなされたものであるが、これらの目的については、後述の発明を実施するための最良の形態の欄の説明から明らかになるであろう。

このため、この発明に係わる推力変換装置は、往復運動手段と、この

往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段と同一軸線上に位置し、前記往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を受ける反力受け手段と、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、前記往復運動手段の往復運動による駆動力とは別個に軸線方向に移動させる移動手段とを備える構成としたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段にて前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる際、前記往復運動手段の部分でその移動量を吸収させるように構成したものである。

10 またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段とを有するものとしたものである。

15 またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の両方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、前記駆動手段の駆動力を、前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジが異なる回転数で回転するよう伝達する、歯車から構成される回転伝達手段とを有するものとしたものである。

20 またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、前記駆動手段の駆動力を前記結合手段に伝達

するとともに、その伝達を切離す伝達／切離し手段を有するものとしたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、回転軸に送りネジを有するモータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し回転軸の回転に伴って軸方向に移動するとともに、所定位置で停止して回転する移動軸と、前記移動軸に設けられた第1の駆動歯車と、前記移動軸に、前記第1の駆動歯車と所定の間隔を介して設けられた第2の駆動歯車と、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジに設けられ、前記第1の駆動歯車と噛み合う第1の従動歯車と、前記結合手段の第2のネジに設けられ、前記第2の駆動歯車と噛み合うとともに、前記第1の従動歯車とは歯数が異なる第2の従動歯車とを有するものとし、前記モータを駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が同時に噛み合う位置まで前記移動軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止させるとともにこの移動軸を回転駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車を介して前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジを差動で回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるとともに、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定の位置に移動したとき、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が噛み合わない位置まで前記移動軸を移動させるように構成したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、回転軸に送りネジを有するモータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し前記回転軸の回転に伴って軸方向に移動するとともに、所定位置で停止して回転する移動軸と、前記移動軸に設けられた駆動歯車と、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の

第1のネジに設けられ、前記駆動歯車と噛み合う従動歯車と、前記結合手段の第2のネジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有するものとし、前記モータを駆動して、前記駆動歯車と従動歯車とが噛み合う位置まで前記移動軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止させるととも
5 前に前記回り止め手段にて前記第2のネジを回り止めし且つ前記移動軸を回転駆動して、前記駆動歯車と従動歯車を介して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるとともに、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定の位置に移動したとき、前記駆動歯車と従動歯車が噛み
10 合わない位置まで前記移動軸を移動させるように構成したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを回転子とするモータと、前記結合手段の第2のネジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有するものとし、前記回り
15 止め手段にて前記結合手段の第2のネジを回り止めした状態で、前記モータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ
20 及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを回転子とする第1のモータと、前記結合手段の第2のネジを回転子とする第2のモータとを有するものとし、前記第2のモータの励磁により結合手段の第2のネジを回り止めした状態で、前記第1のモータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記
25 往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを第1の回転子とするとともに、前記結合手段の第2のネジを第2の回転子とし、且つ前記第1の回転子と第2の回転子の極数が異なるモータとを有するものとし、前記モータを駆動して前記結合手段の第1、第2のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、往復運動手段を、モータと、このモータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとしたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、往復運動手段を、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、前記往復回転変換手段の軸線に対し、同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、前記モータの回転駆動力を前記モータ回転往復変換手段に伝達するモータ回転伝達手段とを有するものとしたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、往復運動手段を、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、このモータの回転軸の軸線と同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、このモータ回転往復変換手段の軸方向推力を前記往復回転変換手段に伝達する推力伝達手段とを有するものとしたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記モータ回転往復変換手段を、前記モータの回転軸に設けられたネジとこのネジに螺合するナットとを有するものとし、前記推力伝達手段を、前記往復回転変換手段を回転自在に支承する軸受を支持する往復運動部と、この往復運動部と前記

ナットとを連結する推力伝達板とを有するものとしたものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記推力伝達板を、フレキシブル継手を介して前記ナットと連結したものである。

- 5 またこの発明に係わる推力変換装置は、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承したものである。

またこの発明に係わる推力変換装置は、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承するとともに、前記結合手段の他方のネジを、前記反力受け手段の一部に対し回転自在に支承したものである。

- 10 またこの発明に係わる推力変換装置は、前記回り止め手段を、電磁ブレーキより構成するとともに、前記結合手段の回り止めされるネジの一部をブレーキ板としたものである。

- またこの発明に係わる推力変換装置は、前記回り止め手段を電磁ブレーキより構成するとともに、この電磁ブレーキにて回転が阻止される第
15 2のネジを外部の駆動手段と連結したものである。

- またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御方法は、所定位置までは前記移動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、この往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定位置に到達後は、前記往復運動手段の駆動により前記往復回転変換手段
20 及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転するものである。

- またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御方法は、移動手段を停止した状態で、往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第
25 1の運転モードと、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モードとにより運転し、且つ推力発

生時に往復運動手段及び移動手段の少なくとも一方の駆動力を制限するものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、所定位置までは前記移動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、この往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定位置に到達後は、前記往復運動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する手段を備えてなるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、移動手段を停止した状態で、往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第1の運転モードと、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モードとにより運転し、且つ推力発生時に往復運動手段及び移動手段の少なくとも一方の駆動力を制限する手段を備えてなるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御方法は、前記駆動歯車と前記従動歯車を噛み合わせる際に、駆動歯車及び従動歯車の歯の位置をセンサで検出し、この検出したセンサの検出信号に基づいて歯車を噛み合わせ可能な角度に回転させるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、駆動歯車及び従動歯車の歯の位置を検出するセンサと、前記駆動歯車と前記従動歯車を噛み合わせる際に、前記センサの検出信号に基づいて歯車を噛み合わせ可能な角度に回転させる手段とを備えてなるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御方法は、歯車噛み合わせ状態から分離状態へ移行したときにおける歯車角度を記憶するとともに、歯車分離状態時には第1、第2の駆動歯車の回転を停止させる

ようにし、且つ前記第1、第2の駆動歯車及び第1、第2の従動歯車を分離状態から噛み合わせるとき、前記第1、第2の従動歯車を前記記憶しておいた歯車角度へ回転させるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、歯車噛み
5 合わせ状態から分離状態へ移行したときにおける歯車角度を記憶する記憶手段と、歯車分離状態時には第1、第2の駆動歯車の回転を停止させる手段と、第1、第2の駆動歯車及び第1、第2の従動歯車を分離状態から噛み合わせるとき、前記記憶手段に記憶させておいた歯車角度を読み出し、
10 この歯車角度へ第1、第2の従動歯車を回転させる手段とを備えてなるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御方法は、移動手段の駆動方向と回転往復変換手段の往復運動部分の駆動方向が逆方向に動作するよう運転し、機械のストッパー、もしくは推力変換装置の機構上の制約による動作範囲限界に到達した位置を基準に原点復帰させるもの
15 である。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、移動手段の駆動方向と回転往復変換手段の往復運動部分の駆動方向が逆方向に動作するよう運転し、機械のストッパー、もしくは推力変換装置の機構上の制約による動作範囲限界に到達した位置を基準に原点復帰させる手段
20 を備えてなるものである。

またこの発明に係わる推力変換装置を制御する制御装置は、上位コントローラと、移動手段を制御する第1のコントローラと、往復運動手段を制御する第2のコントローラとを備え、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モード時には、
25 前記第1のコントローラが、前記上位コントローラからの指令に基づいて移動手段を制御するとともに移動手段の移動量に基づく指令を前記第

2のコントローラに出力し、且つ前記第2のコントローラが第1のコントローラからの移動手段の移動量に基づく指令にて往復運動手段を制御し、移動手段を停止した状態で往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を
5 運転する第1の運転モード時には、前記第2のコントローラが、前記上位コントローラより出力され前記第1のコントローラを介して入力される指令に基づいて往復運動手段を制御するものである。

図面の簡単な説明

10 第1図は本発明の実施の形態1に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図である。

第2図は実施の形態1に係る動作を説明するための図である。

第3図は本発明の実施の形態2に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図である。

15 第4図は実施の形態2に係る動作を説明するための図である。

第5図は本発明の実施の形態3に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図である。

第6図は本発明の実施の形態4に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図である。

20 第7図は本発明の実施の形態5に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の要部縦断面図である。

第8図は本発明の実施の形態6に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の要部縦断面図である。

25 第9図は本発明の実施の形態7に係る、推力変換装置を適用したチャック装置の要部縦断面図である。

第10図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説

明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の構成を示す図である。

第11図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（チャック爪を閉じる動作）を示すフローチャートである。

第12図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（歯車の噛み合に係る動作）を示すフローチャートである。

第13図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説明した推力変換装置を適用したチャック装置に使用される磁気センサの取付け状態を説明するための図である。

第14図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説明した推力変換装置を適用したチャック装置に使用される磁気センサの作用を説明するための図である。

第15図は本発明の実施の形態9に係る、本発明の実施の形態1で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（チャック爪を開く動作）を示すフローチャートである。

第16図は本発明の実施の形態10に係る、本発明の実施の形態2で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（チャック爪を閉じる動作）を示すフローチャートである。

第17図は本発明の実施の形態10に係る、本発明の実施の形態2で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（歯車の噛み合に係る動作）を示すフローチャートである。

第18図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の構成を示す図である。

第19図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（チャック爪を閉じる動作）を示すフローチャートである。

第20図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置を適用したチャック装置の制御装置の動作（チャック爪を開く動作）を示すフローチャートである。

第21図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置の動作を説明するための図である。

第22図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置の原点復帰動作を説明するための図である。

第23図は本発明の実施の形態11に係る、本発明の実施の形態5で説明した推力変換装置の原点復帰の動作を示すフローチャートである。

第24図は発明者等が既に提案（発明）した推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図である。

15

発明を実施するための最良の形態

実施の形態1.

以下本発明の実施の形態1を、第1図及び第2図を用いて説明する。

なお第1図は、本発明の実施の形態1に係る推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図、第2図は動作説明図であり、それぞれの図において右側が負荷側、左側が反負荷側である。

第1図において、58は往復運動手段で、モータ回転軸50aを有する第1のサーボモータ50と、モータ回転軸50aに固定された歯車51と、この歯車51と噛み合う歯車52と、この歯車52を固定している第3のナット53と、この第3のナット53に螺合する第3のネジ軸54と、フレーム47に第3のネジ軸54を軸方向のみ移動可能に回り

25

止めする第3のリニアガイド56と、フレーム47に第3のナット53を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する軸受57とで構成されている。なお、第3のナット53と、第3のネジ軸54と、第3のリニアガイド56と、軸受57とでモータ回転往復変換手段が構成されている。

また、第1のサーボモータ50の回転軸中心と、推力変換装置の軸中心が異軸上にあり、また第1のサーボモータ50の負荷側が、推力変換装置の負荷側とは反対方向になっている。また図示しないが、モータ回転軸50aの反負荷側端には、モータ回転軸50aの回転位置を検出する手段である回転検出器が配置されている。

5は往復回転変換手段で、第3のネジ軸54に設けられた軸受ハウジング部8に、第2の軸受21を介して回転自在に且つ軸方向移動不可能に支承された、軸受ハウジング部9を有する第1のネジ軸6と、この第1のネジ軸6に螺合する第1のナット7と、第2のネジ軸12に対して第1のネジ軸6を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1のリニアガイド10とにより構成されている。

11は回転往復変換手段で、第1のナット7に固定され、この第1のナット7の内側（主軸の中心線側）にネジ部が位置する第2のナット13と、この第2のナット13と螺合する第2のネジ軸12と、主回転軸22に対して第2のネジ軸12を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2のリニアガイド14とにより構成されている。

なお、第2のネジ軸12には中空状の押引棒23が固定されている。

また、第2のネジ軸12のネジリード角度 $\beta 1$ は、ネジの摩擦係数を $\mu 1$ としたとき、 $\tan \beta 1 < \mu 1$ なる関係のネジで形成されている。

63は反力受け手段で、主回転軸22と、主回転軸22を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受25と、主回転軸22の

外周部に設けられた第2のネジである結合ナット62及び結合ナット62と螺合する第1のネジである結合ネジ軸59で構成された結合手段18と、第1のナット7に結合ネジ軸59を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第3の軸受24とにより構成されている。

- 5 なお、結合手段18は、結合ネジ軸59のネジリード角度を $\beta 2$ 、ネジの摩擦係数を $\mu 2$ としたとき、 $\tan \beta 2 < \mu 2$ なる関係のネジで形成されている。

- 30は駆動手段で、負荷軸側方向が第1のサーボモータ50の負荷軸側方向と同方向となるようフレーム47に取付けられた、回転検出器を
10 有する第2のサーボモータ31と、第2のサーボモータ31のモータ回転軸31aの負荷側に延在する送りネジ軸31bと、この送りネジ軸31bに螺合する送りネジナット31cと、この送りネジナット31cを固定し、送りネジ軸31bを収納する不貫通穴が設けられている移動シャフト31dと、この移動シャフト31dの反モータ側に延在して設け
15 られた移動シャフト31eと、移動シャフト31eとスプライン結合することにより移動シャフト31d、31eの回転を阻止し、且つ移動シャフト31eが軸方向に貫通移動可能な中空電磁ブレーキ32と、移動シャフト31dをフレーム47に回転自在に且つ移動可能に支承する軸受33と、移動シャフト31eをフレーム47に回転自在に且つ移動可能に支承する軸受34と、移動シャフト31dに固定された駆動歯車35と、駆動歯車35と噛み合うことが可能で結合ネジ軸59の外周に所定の間隔を持って平行に設けられた従動歯車60、61と、フレーム47に固定され結合ナット62の回転阻止並びにその開放を行う電磁ブレーキ46と、により構成されている。

- 25 なお、移動シャフト31d、31eと、送りネジナット31cとで移動軸を構成している。

また、結合ナット 6 2 の一部は電磁ブレーキ 4 6 のブレーキ板として構成されている。

また 9 2 は移動手段で、駆動手段 3 0 と、結合手段 1 8 とで構成されており、この移動手段 9 2 は、反力受け手段 6 3 の一部としても作用する。

また、往復運動手段 5 8、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 の各ネジのネジ方向は、第 3 のネジ軸 5 4 が反負荷側軸方向に移動すると、最終的に第 2 のネジ軸 1 2 が反負荷側軸方向に移動するよう考慮されて形成されている。また、図から明らかなように、往復運動手段 5 8、往復回転変換手段 5、回転往復変換手段 1 1 等は、同一軸線上に配置されている。更にまた、前記各ネジのネジリード角、ネジリード等についても種々考慮されているが、これらの事項の詳細については後述する動作説明の欄で明らかになるであろう。

また、主回転軸 2 2 の負荷側にはブラケット 2 6 が設けられており、このブラケット 2 6 には主軸 4 5 の後端が固定され、主軸 4 5 の先端にはチャック 4 4 が固定されている。主軸 4 5 の軸心中空内部には、軸方向移動自在にドローバー 9 1 が挿入され、ドローバー 9 1 の先端は、動作変換機構 4 1 を介してチャック爪 4 2 に結合されている。またドローバー 9 1 の後端は押引棒 2 3 の先端に固定されている。

なお、主軸 4 5 は、図示しない主軸モータにて駆動されるとともに、最終的に軸受 2 1 及び軸受 2 5 にて回転自在に支承され、チャック 4 4、主回転軸 2 2、ドローバー 9 1、押引棒 2 3、結合ナット 6 2、結合ネジ軸 5 9、第 2 のネジ軸 1 2、第 2 のナット 1 3、第 1 のナット 7、第 1 のネジ軸 6 等と一体となって回転する。

また、前記動作変換機構 4 1 は、例えばチャック爪 4 2 に形成されたテーパ状の溝に、ドローバー 9 1 の先端を挿入し、ドローバー 9 1 を図

の右側方向に移動させると、その先端が前記溝の所定部を押圧して、チャック爪42を、ワーク43の把持を開放させる方向に動作させ、また、ドロバー91を図の左側方向に移動させると、その先端が前記溝の所定部を押圧して、チャック爪42を、ワーク43を把持する方向に動作させる構成のものである。なお、前記動作変換機構41は公知のものである。

また、第1のサーボモータ50と、駆動手段30は、フレーム47に固定され、主回転軸22はフレーム47と第1の軸受25を介して回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承されている。

10 次に本実施の形態1の動作について第2図も用いて説明する。まず、駆動手段30の、ワーク43をチャック爪42により把持するまでの、把持動作を説明する。

即ち、駆動歯車35と従動歯車60、61が噛み合っていない第2図(a)の状態において、主軸モータ及び第1のサーボモータ50を停止した状態で、第2のサーボモータ31を運転させ、モータ回転軸31aを所定のトルクで回転させる。

このとき電磁ブレーキ32は移動シャフト31d、31eの回転を拘束した状態である。モータ回転軸31aの回転により、送りネジ軸31bも回転することで、送りネジ軸31bに螺合する送りネジナット31c、移動シャフト31d、31e及び駆動歯車35が、電磁ブレーキ32により回転方向の運動が止められているため、モータ31側に移動する。駆動歯車35と従動歯車61は歯車センサ(図示せず)により位相をあわせているので、駆動歯車35の歯が従動歯車61の歯に噛み合いながら、送りネジナット31cがモータ回転軸31aの段部に接触するまで移動し、第2図(b)の状態になる。

次に第2図(b)の状態において、電磁ブレーキ46を励磁すること

により結合ナット 6 2 を拘束状態にし、また電磁ブレーキ 3 2 を開放すると、送りネジナット 3 1 c は回転方向に運動が可能となる。この状態のときは、送りネジナット 3 1 c がモータ回転軸 3 1 a の段部に接触しており軸方向に移動不可能のため、モータ回転軸 3 1 a の回転を続ける
5 と、送りネジナット 3 1 c がその位置で回転する。この回転に伴い送りネジナット 3 1 c に固定されている歯車 3 5 も回転し、この歯車 3 5 に噛み合う従動歯車 6 1 が設けられた結合ネジ軸 5 9 を回転させる。結合ナット 6 2 が電磁ブレーキ 4 6 により回り止めされているため、結合ネジ軸 5 9 の回転により連れ回りはせず、結合ネジ軸 5 9 が第 2 図 (c)
10 の状態まで反モータ 3 1 方向に回転移動する。

またこの時、結合ネジ軸 5 9 に軸受 2 4 を介して回転往復変換手段 1 1 が接続されており、またこの回転往復変換手段 1 1 に第 1 のナット 7 と第 1 のネジ軸 6 を介して往復回転変換手段 5 が接続されており、更に往復回転変換手段 5 に軸受 2 1 を介して往復運動手段 5 8 が接続されて
15 おり、また往復運動手段 5 8 の第 1 のサーボモータ 5 0 等が軸方向に移動できず且つ第 3 のネジ軸 5 4 が第 3 のナット 5 3 を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているため、第 1 のサーボモータ 5 0 を、駆動手段 3 0 の第 2 のサーボモータ 3 1 と同期運転（第 3 のネジ軸 5 4 が図の左側方向へ移動できる方向に同期運転）させ、第 3 のナット
20 5 3 を回転させる。

この結果、その結合ネジ軸 5 9 の移動を第 3 のナット 5 3 と第 3 のネジ軸 5 3 との間で吸収させることができ、回転往復変換手段 1 1、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 5 8 の第 3 のネジ軸 5 4 が、一体となって図の左側方向に、結合ネジ軸 5 9 の移動距離と同じ距離移動する。

25 なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 5 9 を軸受 2 4 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 5 0 を、駆動手段 3 0 の第 2

のサーボモータ 31 と同期運転させて第 3 のナット 53 を回転させ、その結合ネジ軸 59 の移動を第 3 のナット 53 と第 3 のネジ軸 54 との間で吸収させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、反負荷軸方向（図の左側方向）に移動する。

- 5 また、第 1 のサーボモータ 50 を駆動すると、モータ回転軸 50 a が所定のトルクで回転させられ、そのトルクがモータ回転軸 50 a に固定されている歯車 51 を介して歯車 52 に伝達され、歯車 52 を固定している第 3 のナット 53 を回転させる。第 3 のナット 53 に螺合している第 3 のネジ軸 54 は、フレーム 47 にリニアガイド 56 により回り止め
- 10 されているため、第 3 のナット 53 と連れ回りすることなく、往復運動する。

- 回転往復変換手段 11 の移動に伴い、押引棒 23 及びドロバー 91 が反負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 41 により押引棒 23 及びドロバー 91 の軸方向動作をチャック爪 42 の径方向動作に変換し
- 15 て、チャック 44 にワーク 43 を把持する。

- チャック 44 がワーク 43 を把持した後、第 2 のサーボモータ 31 の運転を停止させ、第 1 のサーボモータ 50 を前記より引続き所定のトルクで回転させると、モータ回転軸 50 a に歯車 51、52 を介して接続されている第 3 のナット 53 が回転し、この第 3 のナット 53 に螺合し
- 20 ている第 3 のネジ軸 54 が、フレーム 47 にリニアガイド 56 により回り止めされているため、反負荷側軸方向に移動する。第 3 のネジ軸 54 が移動することで第 1 のネジ軸 6 を含む往復回転変換手段 5 も同様に移動する。往復回転変換手段 5 が反負荷側軸方向に移動すると、第 1 のネジ軸 6 を引っ張る。

- 25 ここで、第 3 のナット 53 における回転運動の回転トルクを T_M 、第 3 のネジ軸 54 の軸方向に引っ張る推力を F_1 、第 3 のネジ軸 54 のネ

ジリードを L_1 、回転往復変換効率を η とすると、

$$F_1 = (2\pi \cdot TM \cdot \eta) / L_1 \quad \dots (1式)$$

なる関係がある。

第1のネジ軸6が引っ張られると、第1のネジ軸6と螺合する第1の
5 ナット7は回転する。これにより第1のネジ軸6における軸方向運動の
推力は、第1のナット7における回転運動の回転トルクに変換される。

ここで前記した第1のネジ軸6を引っ張る推力 F_1 、第1のナット7
の回転トルクを T_2 、第1のネジ軸6のリードを L_2 、往復回転変換効
率を η_2 とすると、

$$10 \quad T_2 = (L_2 \cdot F_1 \cdot \eta_2) / 2\pi \quad \dots (2式)$$

なる関係がある。

第1のナット7が回転すると、第1のナット7の内側（主軸の中心線
側）に固定された第2のナット13も同様に回転し、第2のナット13
と螺合する第2のネジ軸12が反負荷軸方向に移動する。これにより第
15 2のナット13の回転運動トルクは、第2のネジ軸12における軸方向
運動の推力に変換される。

ここで、前記にて得られた第1のナット7と第2のナット13におけ
る回転運動の回転トルクを T_2 、第2のネジ軸12における軸方向運動
の推力を F_3 、第2のネジ軸12のネジリードを L_3 、回転往復変換効
20 率を η_3 とすると、

$$F_3 = (2\pi \cdot T_2 \cdot \eta_3) / L_3 \quad \dots (3式)$$

なる関係がある。

また、第1のサーボモータ50から第1のネジ軸6に与えられる軸方
向運動の推力を F_1 と、第2のネジ軸12に発生する軸方向の推力を F
25 3とは、前記(2式)、(3式)より

$$F_3 / F_1 = (L_2 / L_3) \cdot \eta_c \quad \dots (4式)$$

ηc : ネジの運動変換効率

なる関係が成立する。

即ち、 $L_2 > L_3$ なるネジリードで構成されている場合には、第2のネジ軸12に発生する推力 F_3 は、 F_1 推力を $(L_2 / L_3) \cdot \eta c$ 倍した増幅推力に変換されて発生することになり、小さな推力の第1のサーボモータ50を用いても、押引棒23に大きな軸方向運動の推力を得ることが可能となる。

増幅された推力 F_3 によって、押引棒23及びドロバー91が軸方向反負荷側に移動すると、動作変換機構41により押引棒23及びドロバー91の軸方向動作をチャック爪42の径方向動作に変換して、チャック44にワーク43を増幅された把持力で把持する。

ところで、より小さな回転トルク T_M でより大きな推力 F_3 を得るためには、(4式)からも明らかなように、第1のネジ軸6のリード L_2 を大きくすればよい。例えば、ネジの運動変換効率を100%とすると、 $L_2 = 100 \text{ mm}$ 、 $L_3 = 1 \text{ mm}$ とすれば、 F_1 が100倍に増幅されたことになる。しかし、チャック爪42の開閉動作に必要なドロバー91のストロークを15mmとすると、第2のネジ軸12を15mm移動させるには、第2のナット13を15回転させる必要がある。

従って、第2のナット13を15回転させるのは、第1のナット7を15回転させなくてはならない。第1のネジ軸6のリード L_2 は100mmなため、第1のナット7は1500mmの移動できるだけの長さが必要になる。

よって上述したように、駆動手段30は、第1のサーボモータ20と同期運転し、第1のナット7を回転させずに、回転往復変換手段11、往復回転変換手段5等を軸方向に移動させることができるため、第1のナット7を15回転させる必要がなくなる。

また、ワーク43を、必要把持力で把持するために第1のサーボモータのトルク T_M を大きな推力 F に変換するが、そのストロークはすでにチャック爪42がワーク43を把持しているので、わずかなストロークでよい。例えば、ストロークが0.1mm必要なら、第2のナット13
5 は1/10回転でよく、第1のナット7は10mm分のストロークがあればよいことになる。

従って、推力変換装置の軸方向長さを大幅に短くすることができる。

次にワーク43を、チャック爪42で把持した後、第1のサーボモータ50を停止させ、再び第2のサーボモータ31を運転し、電磁ブレー
10 キ32で移動シャフト31eを、また電磁ブレーキ46で結合ナット62を拘束した状態で、モータ回転軸31aを把持動作時とは逆方向に回転させる。モータ回転軸31aの回転により、送りネジ軸31bも回転し、送りネジ軸31bに螺合している送りネジナット31cが反負荷側軸方向に移動する。そして送りネジナット31cに固定されている駆動
15 歯車35も一緒に移動し、第2図(c)の状態から第2図(d)の状態、即ち、第1の駆動歯車35が歯車60、61のどちらとも噛み合わない状態まで移動する。そして、第2図(d)の状態になった時、第2のサーボモータ31を停止させる。

なお、第1の駆動歯車35が歯車60、61のどちらとも噛み合わない
20 い第2図(d)の状態とするのは、加工時に加工に寄与しない歯車35等を回転させず高効率化を図るとともに、駆動歯車35と歯車61との噛み合いによる騒音を防止する等のためである。

次に、主軸モータ(図示せず)により、最終的に軸受21、軸受25にて支承される主軸45が回転すると、前述したように、ドローバー9
25 1、チャック44、回転往復変換手段11、往復回転変換手段5が連れ回りしながら、ワーク43の切削加工を行う。

なおこの時、第1、第2のサーボモータ50、31が停止しているとともに、電磁ブレーキ32、46が非励磁の状態にある。

またこのとき、第2のナット13に螺合する第2のネジ軸12のネジリード角 $\beta 1$ は、ネジの摩擦係数を $\mu 1$ としたとき、 $\tan \beta 1 < \mu 1$ なる関係のネジで形成されており、この条件式を満足するネジは推力から回転トルクに変換する時の変換効率が負（－）となり、ネジに回転トルクを与えて軸方向推力に変換することは可能であるが、軸方向推力を与えて回転トルクに変換することは不可能である。

即ち、第2のナット13を所定のトルクで回転させることにより、回り止めされた第2のナット13に螺合する第2のネジ軸12における軸方向運動の推力には変換できるが、第2のネジ軸12に軸方向運動の推力が与えられても、第2のナット13は回転できない。

また、結合手段18においても、結合ネジ軸59のネジリード角度を $\beta 2$ 、ネジの摩擦係数を $\mu 2$ としたとき、 $\tan \beta 2 < \mu 2$ なる関係のネジで形成されているため、主軸45から軸方向に推力が与えられても、結合ネジ軸59は回転できない。

このことは、ワーク加工中に第1のサーボモータ50の電源を切っても、チャック爪42をワーク把持方向に力を与えているドローバー91が負荷側軸方向に移動しないこと、即ちチャック爪42によるワーク把持力が低下しないことを意味する。

次に、ワーク43をチャック爪42から開放させるには、第1のサーボモータ50を運転し、前述した把持時とは逆方向にモータ回転軸50aを回転させることで、チャック爪42を緩める。その後、第2のサーボモータ31を運転し、電磁ブレーキ32で移動シャフト31eを拘束し、送りネジナット31cを第2のサーボモータの反モータ31側に移動する。駆動歯車の35と従動歯車60は歯車センサ（図示せず）によ

り位相をあわせているので、駆動歯車 35 の歯が従動歯車 60 の歯に噛み合いながら、移動シャフト 31 d の段部が軸受 33 に接触するまで移動し、第 2 図 (d) から第 2 図 (e) の状態になる。

次に第 2 図 (e) の状態において、電磁ブレーキ 32 を開放し、電磁
5 ブレーキ 46 により結合ナット 62 を拘束する。移動シャフト 31 d と
一体化された送りネジナット 31 c は、移動シャフト 31 d の段部が軸
受 33 に接触している関係上、軸方向に移動不可能且つ回転方向には回
転可能のため、その位置で回転する。この回転に伴い駆動歯車 35 も回
転し、この駆動歯車 35 にて駆動される歯車 60 が設けられた結合ネジ
10 軸 59 を回転させる。結合ナット 62 が電磁ブレーキ 46 に回り止めさ
れているため、結合ネジ軸 59 の回転により連れ回りはせず、結合ネジ
軸 59 が第 2 図 (f) の状態まで図の右側方向に回転移動する。

またこの時、結合ネジ軸 59 に軸受 24 を介して回転往復変換手段 1
1 が接続されており、またこの回転往復変換手段 11 に第 1 のナット 7
15 と第 1 のネジ軸 6 を介して往復回転変換手段 5 が接続されており、更に
往復回転変換手段 5 に軸受 21 を介して往復運動手段 58 が接続されて
おり、また往復運動手段 58 の第 1 のサーボモータ 50 等が軸方向に移
動できず且つ第 3 のネジ軸 54 が第 3 のナット 53 を回転させない限り
軸方向に移動できない構成となっているため、第 1 のサーボモータ 50
20 を、駆動手段 30 の第 2 のサーボモータ 31 と同期運転（第 3 のネジ軸
54 が図の右側方向へ移動できる方向に同期運転）させ、第 3 のナット
53 を回転させる。この結果、その結合ネジ軸 59 の移動を第 3 のナッ
ト 53 と第 3 のネジ軸 54 との間で吸収させることができ、回転往復変
換手段 11、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 58 の第 3 のネジ軸
25 54 が、一体となって図の右側方向に、結合ネジ軸 59 の移動距離と同
じ距離移動する。

なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 17 を軸受 24 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 50 を、駆動手段 30 の第 2 のサーボモータ 31 と同期運転させて第 3 のナット 53 を回転させ、その結合ネジ軸 59 の移動を第 3 のナット 53 と第 3 のネジ軸 54 との間で吸収させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、負荷側軸方向（図の右側方向）へ移動する。

回転往復変換手段 11 の移動に伴い、押引棒 23 及びドロバー 91 が負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 41 により押引棒 23 及びドロバー 91 の軸方向動作をチャック爪 42 の径方向動作に変換して、
10 チャック 44 よりワーク 43 を開放する。

そして、新しいワーク 43 をセットした後、第 2 のサーボモータ 31 を回転させて第 2 図（a）の状態に戻し、再び第 2 図（b）～（f）の動作を繰返す。

15 実施の形態 2.

以下本発明の実施の形態 2 を、第 3 図及び第 4 図を用いて説明する。

なお第 3 図は本発明の実施の形態 2 に係る推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図、第 4 図は動作説明図であり、それぞれの図において右側が負荷側、左側が反負荷側である。

20 図において、1 は往復運動手段で、モータ回転軸 20 a を有する第 1 のサーボモータ 20 と、モータ回転軸 20 a の負荷側に固定された第 3 のナット 2 と、第 3 のナット 2 に螺合する第 3 のネジ軸 3 と、負荷側ブラケット 20 b と、負荷側ブラケット 20 b に対して第 3 のネジ軸 3 を軸方向のみに移動可能に回り止めする第 3 のリニアガイド 4 とによって
25 構成されている。なお、第 3 のナット 2 と、第 3 のネジ軸 3 と、負荷側ブラケット 20 b と、第 3 のリニアガイド 4 とによってモータ回転往復

変換手段が構成されている。

また、モータ回転軸20aの反負荷側端には、モータ回転軸20aの回転位置を検出する手段である回転検出器20cが配置されている。

5は往復回転変換手段で、第3のネジ軸3の反モータ側端に設けられた軸受ハウジング部8に、第2の軸受21を介して回転自在に且つ軸方向移動不可能に支承された、軸受ハウジング部9を有する第1のネジ軸6と、この第1のネジ軸6に螺合する第1のナット7と、第2のネジ軸12に対して第1のネジ軸6を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1のリニアガイド10とにより構成されている。

10 11は回転往復変換手段で、第1のナット7に固定され、この第1のナット7の内側（主軸の中心線側）にネジ部が位置する第2のナット13と、この第2のナット13と螺合する第2のネジ軸12と、主回転軸22に対して第2のネジ軸12を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2のリニアガイド14とにより構成されている。

15 なお、第2のネジ軸12には中空状の押引棒23が固定されている。

また、第2のネジ軸12のネジリード角度 $\beta 1$ は、ネジの摩擦係数を $\mu 1$ としたとき、 $\tan \beta 1 < \mu 1$ なる関係のネジで形成されている。

15は反力受け手段で、主回転軸22と、この主回転軸22を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受25と、主回転軸22の外周部に設けられた第2のネジである結合ナット16及びこの結合ナット16と螺合する第1のネジである結合ネジ軸17で構成された結合手段18と、第1のナット7に結合ネジ軸17を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第3の軸受24とにより構成されている。

25 なお、結合手段18は、結合ネジ軸17のネジリード角度 $\beta 2$ 、ネジの摩擦係数を $\mu 2$ としたとき、 $\tan \beta 2 < \mu 2$ なる関係のネジで形成されている。

30は駆動手段で、モータ回転軸31a及びこのモータ回転軸31aの負荷側に延在する送りネジ軸31bを有する第2のサーボモータ31と、送りネジ軸31bに螺合する送りネジナット31cと、この送りネジナット31cを固定し、送りネジ軸31bを収納する不貫通穴が設けられて
5 移動シャフト31dと、この移動シャフト31dの負荷側に延在して設けられた移動シャフト31eと、励磁時、移動シャフト31d及び31eの回転を防止し且つ移動シャフト31eが軸方向に貫通移動可能な中空電磁ブレーキ32と、移動シャフト31dをフレーム47に回転自在に且つ移動可能に支承する軸受33と、移動シャフト31eをフレーム47に回転自在に且つ移動可能に支承する軸受34と、移動
10 シャフト31dに固定された第1の駆動歯車35と、この第1の駆動歯車35と噛み合うことが可能であり、結合ネジ軸17の外周に所定の間隔を持って平行に設けられた第1の従動歯車36、37と、移動シャフト31eに固定された第2の駆動歯車38と、この第2の駆動歯車38と噛み合うことが可能であり、結合ナット16の外周に所定の間隔を持って平行に設けられた第2の従動歯車39、40とにより構成されている。

なお、移動シャフト31d及び31eと、送りネジナット31cとで移動軸を構成している。

20 また、第1の駆動歯車35と第2の駆動歯車38は異なった歯数で形成されており、第1の駆動歯車35によって回転させられる結合ネジ軸17の回転数 N_a と、第2の駆動歯車38によって回転させられる結合ナット16の回転数 N_b の関係が $N_a > N_b$ となるように、第1の従動歯車36、37及び第2の従動歯車39、40の歯数が設定されている。

25 また92は移動手段で、駆動手段30と、結合手段18とで構成されている。なお、この移動手段92は、反力受け手段15の一部としても

作用する。

また、往復運動手段 1、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1
1 の各ネジのネジ方向は、第 3 のネジ軸 3 が反負荷側軸方向に移動する
と、最終的に第 2 のネジ軸 1 2 が反負荷側軸方向に移動するよう考慮さ
5 れて形成されている。また、図から明らかなように、往復運動手段 1、
往復回転変換手段 5、回転往復変換手段 1 1 等は、同一軸線上に配置さ
れている。更にまた、前記各ネジのネジリード角、ネジリード等につい
ても種々考慮されているが、これらの事項の詳細については後述する動
作説明の欄で明らかになるであろう。

10 また、主回転軸 2 2 の負荷側にはブラケット 2 6 が設けられており、
このブラケット 2 6 には主軸 4 5 の後端が固定され、主軸 4 5 の先端に
はチャック 4 4 が固定されている。主軸 4 5 の軸心中空内部には、軸方
向移動自在にドロバー 9 1 が挿入され、ドロバー 9 1 の先端は、動作
変換機構 4 1 を介してチャック爪 4 2 に結合されている。またドロバ
15 9 1 の後端は押引棒 2 3 の先端に固定されている。

なお、主軸 4 5 は、図示しない主軸モータにて駆動されるとともに、
最終的に軸受 2 1 及び軸受 2 5 にて回転自在に支承され、チャック 4 4、
主回転軸 2 2、ドロバー 9 1、押引棒 2 3、結合ナット 1 6、結合ネ
ジ軸 1 7、第 2 のネジ軸 1 2、第 2 のナット 1 3、第 1 のナット 7、第
20 1 のネジ軸 6 等と一体となって回転する。

また、前記動作変換機構 4 1 は、例えばチャック爪 4 2 に形成された
テーパ状の溝に、ドロバー 9 1 の先端を挿入し、ドロバー 9 1 を図の右
側方向に移動させると、その先端が前記溝の所定部を押圧して、チャッ
ク爪 4 2 を、ワーク 4 3 の把持を開放させる方向に動作させ、またドロ
25 ーバ 9 1 を図の左側方向に移動させると、その先端が前記溝の所定部を
押圧して、チャック爪 4 2 を、ワーク 4 3 を把持する方向に動作させる

構成のものである。なお、前記動作変換機構 41 は公知のものである。

また、第 1 のサーボモータ 20 と、駆動部 30 は、フレーム 47 に固定され、主回転軸 22 はフレーム 47 と第 1 の軸受 25 を介して回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承されている

- 5 次の本実施の形態 2 の動作について第 4 図も用いて説明する。先ず、駆動手段 30 の、ワーク 43 をチャック爪 42 により把持するまでの、把持動作を説明する。

- 歯車 35 と歯車 36、37、及び歯車 38 と歯車 39、40 が噛み合っていない第 4 図 (a) の状態において、主軸モータ及び第 1 のサーボ
10 モータ 20 を停止した状態で、第 2 のサーボモータ 31 を運転させ、モータ回転軸 31 a を所定のトルクで回転させる。

- このとき電磁ブレーキ 32 で移動シャフト 31 e を拘束しているため、モータ回転軸 31 a の回転により、送りネジ軸 31 b も回転することで、送りネジ軸 31 b に螺合する送りネジナット 31 c、移動シャフト 31
15 d、31 e、第 1 の駆動歯車 35 及び第 2 の駆動歯車 38 は、連れ回しすることなく、負荷側軸方向に移動する。

- 第 1 の歯車 35 と第 1 の従動歯車 36、及び第 2 の駆動歯車 38 と第 2 の従動歯車 39 は歯車センサ (図示せず) により位相をあわせているので、第 1 の駆動歯車 35 及び第 2 の駆動歯車 38 はそれぞれの歯が、
20 第 1 の従動歯車 36 及び第 2 の従動歯車 39 の歯に噛み合いながら、移動シャフト 31 d の段部が軸受 33 に接触するまで移動し、第 4 図 (b) の状態になる。

- 次に第 4 図 (b) の状態において、電磁ブレーキ 32 を開放すると、移動シャフト 31 d の段部が軸受 33 の内輪に当接しておりそれ以上負
25 荷側軸方向に移動できない関係上、送りネジナット 31 c が軸方向には移動不可能で且つ回転方向には回転可能のため、送りネジナット 31 c

はその位置で回転する。この回転に伴い第1の駆動歯車35、第2の駆動歯車38も回転し、この1の駆動歯車35、第2の駆動歯車38にて駆動される第1の従動歯車36及び第2の従動歯車39が設けられた結合ネジ軸17と結合ナット16をそれぞれ回転させる。

- 5 なおこの時、前記したように、第1の駆動歯車35と第2の駆動歯車38は異なった歯数で形成されており、第1の駆動歯車35によって回転させられる結合ネジ軸17の回転数 N_a と、第2の駆動歯車38によって回転させられる結合ナット16の回転数 N_b の関係が $N_a > N_b$ となるように、第1の従動歯車36、37及び第2の従動歯車39、40
10 の歯数が設定されている関係上、結合ネジ軸17と結合ナット16の回転数が異なるため、差動により結合ネジ軸17は第4図(c)の状態まで反負荷側方向に回転移動する。

- またこの時、結合ネジ軸17に軸受24を介して回転往復変換手段11が接続されており、またこの回転往復変換手段11に第1のナット7
15 と第1のネジ軸6を介して往復回転変換手段5が接続されており、更に往復回転変換手段5に軸受21を介して往復変換手段1が接続されており、また回転往復変換手段1の第1のサーボモータ20が軸方向に移動できず且つ第3のネジ軸3が第3のナット2を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているため、第1のサーボモータ20を、駆
20 動手段30の第2のサーボモータ31と同期運転（第3のネジ軸3が図の左側方向へ移動できる方向に同期運転）させ、第3のナット2を回転させる。

- この結果、その結合ネジ軸17の移動を第3のナット2と第3のネジ軸3との間で吸収させることができ、回転往復変換手段11、往復回転
25 変換手段5及び往復変換手段1の第3のネジ軸3が、一体となって反負荷側軸方向に、結合ネジ軸17の移動距離と同じ距離移動する。

なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 17 を軸受 24 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 20 を、駆動手段 30 の第 2 のサーボモータ 31 と同期運転させて第 3 のナット 2 を回転させ、その結合ネジ軸 17 の移動を第 3 のナット 2 と第 3 のネジ軸 3 との間で吸収
5 させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、反負荷軸方向に移動する。

回転往復変換手段 11 の移動に伴い、押引棒 23 及びドロバー 91 が反負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 41 により押引棒 23 及びドロバー 91 の軸方向動作をチャック爪 42 の径方向動作に変換し
10 て、チャック 44 にワーク 43 を把持する。

チャック 44 がワーク 43 を把持した後、第 2 のサーボモータ 31 の運転を停止させ、第 1 のサーボモータ 20 を前記より引続き所定の回転トルクで回転させると、モータ回転軸 20a に固定されている第 3 のナット 2 が回転し、第 3 のナット 2 に螺合している第 3 のネジ軸 3 が、負
15 荷側ブラケット 20b にリニアガイド 4 により回り止めされている関係上、反負荷側軸方向に移動する。第 3 のネジ軸 3 が移動することで第 1 のネジ軸 6 を含む往復回転変換手段 5 も同様に移動する。往復回転変換手段 5 が反負荷側軸方向に移動すると、第 1 のネジ軸 6 を引っ張る。

ここで、モータ回転軸 20a 及び第 3 のナット 2 における回転運動の
20 回転トルクを T_M 、第 3 のネジ軸 3 の軸方向に引っ張る推力を F_1 、第 3 のネジ軸 3 のネジリードを L_1 、回転往復変換効率を η とすると、

$$F_1 = (2\pi \cdot T_M \cdot \eta) / L_1 \quad \dots \quad (1 \text{ 式})$$

なる関係がある。

第 1 のネジ軸 6 が引っ張られると、第 1 のネジ軸 6 と螺合する第 1 の
25 ナット 7 は回転する。これにより第 1 のネジ軸 6 における軸方向運動の推力は、第 1 のナット 7 における回転運動の回転トルクに変換される。

ここで前記した第1のネジ軸6を引っ張る推力 F_1 、第1のナット7の回転トルクを T_2 、第1のネジ軸6のリードを L_2 、往復回転変換効率を η_2 とすると、

$$T_2 = (L_2 \cdot F_1 \cdot \eta_2) / 2\pi \quad \dots (2式)$$

5 なる関係がある。

第1のナット7が回転すると、第1のナット7の内側（主軸の中心線側）に固定された第2のナット13も同様に回転し、第2のナット13と螺合する第2のネジ軸12が反負荷軸方向に移動する。これにより第2のナット13の回転運動トルクは、第2のネジ軸12における軸方向運動の推力に変換される。

ここで、前記にて得られた第1のナット7と第2のナット13における回転運動の回転トルクを T_2 、第2のネジ軸12における軸方向運動の推力を F_3 、第2のネジ軸12のネジリードを L_3 、回転往復変換効率を η_3 とすると、

$$15 \quad F_3 = (2\pi \cdot T_2 \cdot \eta_3) / L_3 \quad \dots (3式)$$

なる関係がある。

また、第1のサーボモータ20から第1のネジ軸6に与えられる軸方向運動の推力を F_1 と、第2のネジ軸12に発生する軸方向の推力を F_3 とは、前記（2式）、（3式）より

$$20 \quad F_3 / F_1 = (L_2 / L_3) \cdot \eta_c \quad \dots (4式)$$

η_c : ネジの運動変換効率

なる関係が成立する。

即ち、 $L_2 > L_3$ なるネジリードで構成されている場合には、第2のネジ軸12に発生する推力 F_3 は、 F_1 推力を $(L_2 / L_3) \cdot \eta_c$ 倍した増幅推力に変換されて発生することになり、小さな推力の第1のサーボモータ20を用いても、押引棒23に大きな軸方向運動の推力を得

ることが可能となる。

増幅された推力 F_3 によって、押引棒 23 及びドロバー 91 が軸方向反負荷側に移動すると、動作変換機構 41 により押引棒 23 及びドロバー 91 の軸方向動作をチャック爪 42 の径方向動作に変換して、チャック 44 にワーク 43 を増幅された把持力で把持する。

ところで、より小さな回転トルク T_M でより大きな推力 F_3 を得るためには、(4式) から明らかなように、第 1 のネジ軸 6 のリード L_2 を大きくすればよい。例えば、ネジの運動変換効率を 100% とすると、 $L_2 = 100\text{ mm}$ 、 $L_3 = 1\text{ mm}$ とすれば、 F_1 が 100 倍に増幅されたことになる。しかし、チャック爪 42 の開閉動作に必要なドロバー 91 のストロークを 15 mm とすると、第 2 のネジ軸 12 を 15 mm 移動させるには、第 2 のナット 13 を 15 回転させる必要がある。

従って、第 2 のナット 13 を 15 回転させるのは、第 1 のナット 7 を 15 回転させなくてはならない。第 1 のネジ軸 6 のリード L_2 は 100 mm のため、第 1 のナット 7 は 1500 mm の移動できるだけの長さが必要になる。

よって上述したように、駆動手段 30 は、第 1 のサーボモータ 20 と同期運転し、第 1 のナット 7 を回転させずに、回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 等を軸方向に移動させることができるため、第 1 のナット 7 を 15 回転させる必要がなくなる。

また、ワーク 43 を、必要把持力で把持するために第 1 のサーボモータのトルク T_M を大きな推力 F に変換するが、そのストロークはすでにチャック爪 42 がワーク 43 を把持しているので、わずかなストロークでよい。例えば、ストロークが 0.1 mm 必要なら、第 2 のナット 13 は $1/10$ 回転でよく、第 1 のナット 7 は 10 mm 分のストロークがあればよいことになる。

従って、推力変換装置の軸方向長さを大幅に短くすることができる。

ワーク43を、チャック爪42で把持した後、第1のサーボモータ20を停止させ、再び第2のサーボモータ31を運転し、電磁ブレーキ32で移動シャフト31eを拘束した状態でモータ回転軸31aを把持動作時とは逆方向に回転させる。モータ回転軸31aの回転により、送りネジ軸31bも回転し、送りネジ軸31bに螺合している送りネジナット31cは反負荷側軸方向に移動する。

この移動に伴い、送りネジナット31cに固定されている第1の駆動歯車35及び移動シャフト31eに固定されている第2の駆動歯車38のそれぞれの歯の部分が移動し、第4図(c)の状態から第4図(d)状態、即ち、第1の駆動歯車35が第1の従動歯車36、37のどちらとも噛み合ず、且つ第2の駆動歯車38が第2の従動歯車39、40のどちらとも噛み合わない状態まで移動する。そしてこの第4図(d)の状態になった時、第2のサーボモータ31を停止させる。

次に、第1、第2のサーボモータ20、31を停止させた状態で、主軸モータ(図示せず)により、最終的に軸受21、軸受25にて支承される主軸45が回転すると、前述したように、ドローパー91、チャック44、回転往復変換手段11、往復回転変換手段5等が連れ回りしながら、ワーク43の切削加工を行う。

上述したように、第2のナット13に螺合する第2のネジ軸12のネジリード角 $\beta 1$ は、ネジの摩擦係数を $\mu 1$ としたとき、 $\tan \beta 1 < \mu 1$ なる関係のネジで形成されており、この条件式を満足するネジは推力から回転トルクに変換する時の変換効率が負(−)となり、ネジに回転トルクを与えて軸方向推力に変換することは可能であるが、軸方向推力を与えて回転トルクに変換することは不可能である。

即ち、第2のナット13を所定のトルクで回転させることにより、回

り止めされた第2のナット13に螺合する第2のネジ軸12における軸方向運動の推力には変換できるが、第2のネジ軸12に軸方向運動の推力が与えられても、第2のナット13は回転できない。

また、結合手段18においても、結合ネジ軸17のネジリード角度 β 2が、ネジの摩擦係数を μ 2としたとき、 $\tan \beta 2 < \mu 2$ なる関係のネジで形成されているため、主軸45から軸方向に推力が与えられても、結合ネジ軸17は回転できない。

このことは、ワーク加工中に第1のサーボモータ20の電源を切っても、チャック爪42をワーク把持方向に力を与えているドローバー91が負荷側軸方向に移動しないこと、即ちチャック爪42によるワーク把持力が低下しないことを意味する。

ワーク43の切削加工終了後、直ちにワーク43をチャック爪42から外す開放動作を実施する。第1のサーボモータ20のモータ回転軸20aを所定のトルクで逆回転させ、前述したワーク把持動作とは逆の動作で、押引棒23を負荷側軸方向にわずかに移動させ、チャック爪42を緩める。

次に再び電磁ブレーキ32を励磁した状態で、第2のサーボモータ31を運転し、上述した第4図(d)から第4図(e)の状態になるようモータ回転軸31aを回転させ、送りネジナット31c、移動シャフト31d、31e、第1の駆動歯車35及び第2の駆動歯車38を反負荷側軸方向に移動させる。

第1の駆動歯車の35と第1の従動歯車37、及び第2の駆動歯車38と第2の従動歯車40は歯車センサ(図示せず)により位相をあわせているので、第1の駆動歯車35及び第2の駆動歯車38はそれぞれの歯が第1の従動歯車37及び第2の従動歯車40の歯に噛み合いながら送りネジナット31cがモータ回転軸31aに接触するまで移動し、第

4 図（e）の状態になる。

次に第4図（e）の状態において、電磁ブレーキ32を開放すると、送りネジナット31cがモータ回転軸31aの段部に当接しておりそれ以上反負荷側軸方向に移動できない関係上、送りネジナット31cが軸
5 方向には移動不可能で且つ回転方向には回転可能のため、送りネジナット31cはその位置で回転する。

第2のサーボモータ31が上述ワーク把持動作と逆方向に回転するため、この回転に伴い第1の駆動歯車35及び第2の駆動歯車38も回転し、この1の駆動歯車35、第2の駆動歯車38にて駆動される第1の
10 従動歯車37及び第2の従動歯車40が設けられた結合ネジ軸17と結合ナット16をそれぞれ回転させる。上述したとおり、結合ネジ軸17と結合ナット16の回転数が異なるため、差動により結合ネジ軸17が結合ナット16にねじ込まれ、第4図（f）の状態まで負荷側方向に回転移動する。

15 この時、上述したように、結合ネジ軸17に軸受24を介して回転往復変換手段11が接続されており、またこの回転往復変換手段11に第1のナット7と第1のネジ軸6を介して往復回転変換手段5が接続されており、更に往復回転変換手段5に軸受21を介して往復変換手段1が接続されており、また往復変換手段1の第1のサーボモータ20が軸方
20 向に移動できず且つ第3のネジ軸3が第3のナット2を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているため、第1のサーボモータ20を、駆動手段30の第2のサーボモータ31と前記より引続いて同期運転（第3のネジ軸3が図の右側方向へ移動できる方向に同期運転）させ、第3のナット2を回転させる。

25 この結果、その結合ネジ軸17の移動を第3のナット2と第3のネジ軸3との間で吸収させることができ、回転往復変換手段11、往復回転

変換手段 5 及び往復変換手段 1 の第 3 のネジ軸 3 が、一体となって負荷側軸方向に、結合ネジ軸 1 7 の移動距離と同じ距離移動する。

なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 1 7 を軸受 2 4 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 2 0 を、駆動手段 3 0 の第 2
5 のサーボモータ 3 1 と同期運転させて第 3 のナット 2 を回転させ、その結合ネジ軸 1 7 の移動を第 3 のナット 2 と第 3 のネジ軸 3 との間で吸収させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、負荷側軸方向に移動する。

回転往復変換手段 1 1 の移動に伴い、押引棒 2 3 及びドロバー 9 1
10 が負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 4 1 により押引棒 2 3 及びドロバー 9 1 の軸方向動作をチャック爪 4 2 の径方向動作に変換して、チャック 4 4 よりワーク 4 3 を開放する。

そして、新しいワーク 4 3 をセットした後、第 2 のサーボモータ 3 1 を回転させて第 4 図 (a) の状態に戻し、再び第 4 図 (b) ~ (f) の
15 動作を繰返す。

なお、この実施の形態 2 における往復運動手段 1 を、実施の形態 1 における往復運動手段 5 8 に置き換えてもよいことは言うまでもない。

実施の形態 3.

20 次に本発明の実施の形態 3 を、第 5 図 (推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図) を用いて説明する。

1 5 は反力受け手段で、主回転軸 2 2 と、この主回転軸 2 2 を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第 1 の軸受 2 5 と、主回転軸 2 2 の外周部に軸受 2 7 を介し、回転自在且つ軸方向移動不可能に支承された第 2 のネジである結合ナット 1 6 及びこの結合ナット 1 6 と螺合す
25 る第 1 のネジである結合ネジ軸 1 7 とで構成された結合手段 1 8 と、第

1 のナット 7 に結合ネジ軸 1 7 を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に
支承する第 3 の軸受 2 4 とにより構成されている。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 と同一である。

次に動作について説明する。第 4 図 (b) から第 4 図 (c) の把持動
5 作において、第 2 のサーボモータ 3 1 を第 1 のサーボモータ 2 0 と同期運
転させているとき、モータ回転軸 3 1 a の回転に伴い、送りネジナット
3 1 c と、第 1 の従動歯車 3 6 と噛み合っている第 1 の駆動歯車 3 5 と、
第 2 の従動歯車 3 9 と噛み合っている第 1 の駆動歯車 3 8 が回転する。

第 1 の従動歯車 3 6 及び第 2 の従動歯車 3 9 の回転に伴い、第 1 の従
10 動歯車 3 6 を設けている結合ネジ軸 1 7 及び第 2 の従動歯車 3 9 を設け
ている結合ナット 1 6 が回転する。

このとき、結合ナット 1 6 は軸受 2 7 により支承されているので、主
回転軸 2 2 と連れ回りせず回転する。このため、第 2 のサーボモータ 3
1 として、主回転軸 2 2 等を駆動するトルクを必要としないものとする
15 ことができる。

また、ワーク加工時においても、結合ナット 1 6 及び結合ネジ軸 1 7
が軸受 2 4、2 7 にて回転自在に支承されている関係上、結合ナット 1
6 及び結合ネジ軸 1 7 が主回転軸 2 2 等と一体となって回転しない。

そして結合ネジ軸 1 7 と結合ナット 1 6 の回転数が異なるため、差動
20 により結合ネジ軸 1 7 が、第 4 図 (c) の状態まで反負荷側方向に回転
移動する。また、第 4 図 (d) から第 4 図 (f) のチャック開放動作お
いては、上述の把持動作と回転方向が逆になり、この回転に伴い結合ネ
ジ軸 1 7 が結合ナット 1 6 にねじ込まれて、第 4 図 (f) の状態まで負
荷側方向に回転移動する。

25 なお、把持動作及び開放動作の際、第 1 のサーボモータ 2 0 が同期運
転し、往復回転変換手段 5 等を結合ネジ軸 1 7 の軸方向の移動に追従さ

せて往復運動させ、第 1 のナット 7 を回転させないようにする動作は、実施の形態 2 と同様である。

また、その他の動作についても、実施の形態 2 と同一である。

5 実施の形態 4.

次に本発明の実施の形態 4 を、第 6 図（推力変換装置を適用したチャック装置の縦断面図）を用いて説明する。

6 8 は往復運動手段で、実施の形態 1 の往復運動手段 5 8 に相当する。またこの往復運動手段 6 8 は、モータ回転軸 5 0 b を有する第 1 のサーボモータ 5 0 と、モータ回転軸 5 0 b と同軸線上に固定されている第 3 のネジ軸 6 5 と、第 3 のネジ軸 6 5 と螺合する第 3 のナット 6 4 と、フレキシブルカップリング 9 3 及び往復運動推力伝達板 6 6 を介して第 3 のナット 6 4 に結合された往復運動部 6 7 とから構成されている。なお、第 3 のネジ軸 6 5 と、第 3 のナット 6 4 とでモータ回転往復変換手段を構成している。

また、その他の構成については、実施の形態 1 と同様である。

この実施の形態 4 の場合、モータ回転軸 5 0 b の回転に伴い、モータ回転軸 5 0 b に固定されている第 3 のネジ軸 6 5 も回転し、第 3 のネジ軸 6 5 に螺合する第 3 のナット 6 4 が軸方向に移動するが、この第 3 のナット 6 4 の軸方向移動を、フレキシブルカップリング 9 3 及び往復運動推力伝達板 6 6 を介して、往復回転変換手段 5 に軸受 2 1 を介して接続された往復運動部 6 7 に伝達している以外は、実施の形態 1 と同様の動作を行う。

このため、第 2 図で説明した結合ネジ軸 5 9 の移動に伴う回転往復変換手段 1 1 及び往復回転変換手段 5 の移動を、往復運動部 6 7、往復運動推力伝達板 6 6 及びフレキシブルカップリング 9 3 を介して、第 3 の

ナット 6 4 と第 3 のネジ軸 6 5 との間で吸収することになる。

なお、この実施の形態 4 における往復運動手段 6 8 は、実施の形態 2、3 の往復運動換手段 1 にも適用できることは言うまでもない。

5 実施の形態 5 .

次に本発明の実施の形態 5 を、第 7 図（推力変換装置の主に駆動手段の縦断面図）を用いて説明する。

本実施の形態 5 は、実施の形態 4 における駆動手段の部分のみが異なっているもので、駆動手段を除いたその他の構成及び動作は実施の形態 4 と同様であるため、ここでは駆動手段の構成、動作のみ説明する。

7 0 は駆動手段で、回転位置検出器 5 5 を有する送り用サーボモータ 6 9 と、結合ネジ軸 7 1 外側に配置され、軸受 2 4 にて回転自在に支承されたモータ回転軸 7 3 とで構成されている。なお、モータ回転軸 7 3 の外側には、永久磁石 7 2 が送り用サーボモータ 6 9 の固定子 7 4 と対向配置されている。

また、永久磁石 7 2 の軸方向長さ L_2 と、送り必要ストローク S と、固定子 7 4 の軸方向長さ L_1 との間には、 $L_2 + S \leq L_1$ という関係を持たせている。即ち、モータ 6 9 をより安価にするため、モータ発生トルクに寄与しない部分の寸法を極力短くしている。

また、フレーム 4 7 には電磁ブレーキ 4 6 が固定され、結合ナット 6 2 の一部をブレーキ板としている。

次に、駆動手段 7 0 の動作について説明する。

先ず、電磁ブレーキ 4 6 により結合ナット 6 2 を回転不可能の状態に拘束する。その後、送り用サーボモータ 6 9 を運転し、モータ回転軸 7 3 を回転させる。モータ回転軸 7 3 には結合ネジ軸 7 1 が形成されているため、モータ回転軸 7 3 の回転に伴い、結合ネジ軸 7 1 が回転往復運

動する。このとき、結合ネジ軸 7 1 の往復運動に同期させて、回転往復変換手段 1 1、往復回転変換手段 5 及び往復運動部 6 7 を往復運動させることで、第 1 のナット 7 を回転させず、把持動作あるいは、開放動作を行うことが可能となる。

- 5 なお、この実施の形態 5 における駆動手段 7 0 は、実施の形態 1 ~ 3 の駆動手段 3 0 にも適用できることは言うまでもない。

実施の形態 6 .

- 10 次に本発明の実施の形態 6 を、第 8 図（推力変換装置の主に駆動手段の縦断面図）を用いて説明する。

本実施の形態 6 は、実施の形態 4 における駆動手段の部分のみが異なっているもので、駆動手段を除いたその他の構成及び動作は実施の形態 4 と同様であるため、ここでは駆動手段の構成、動作のみ説明する。

- 15 7 0 は駆動手段で、回転位置検出器 5 5 を有する送り用サーボモータ 2 8 と、ブレーキ用サーボモータ 2 9 と、結合ネジ軸 7 1 の外側に設けられ、軸受 2 4 にて回転自在に支承されたモータ回転軸 7 3 と、モータ回転軸 7 3 に固定された永久磁石 7 2 と、結合ナット 1 6 の外側に設けられ、軸受 2 7 にて回転自在に支承されたモータ回転軸 4 8 と、モータ回転軸 4 8 に固定された永久磁石 4 9 とで構成されている。

- 20 なお、永久磁石 7 2 の軸方向長さ L_2 と、早送り必要ストローク S と、固定子 1 9 の軸方向長さ L_1 との間には、 $L_2 + S \leq L_1$ という関係を持たせている。即ち、モータ 2 8 をより安価にするため、モータ発生トルクに寄与しない部分の寸法を極力短くしている。

次に駆動手段 7 0 の動作について説明する。

- 25 先ず、送り用サーボモータ 2 8 を運転し、結合ネジ軸 7 1 を含むモータ回転軸 7 3 を回転させる。一方、ブレーキ用サーボモータ 2 9 をサー

ボロック状態にすることで、結合ナット 16 を含むモータ回転軸 48 を回転不可能にする。結合ネジ軸 71 を含むモータ回転軸 73 が回転することで、結合ネジ軸 71 は回転往復運動をする。

5 結合ネジ軸 71 の往復運動に同期させて、回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 及び往復運動部 67 を往復運動させることで、第 1 のナット 7 を回転させず、把持動作あるいは、開放動作を行うことが可能となる。往復運動量は、例えば、送り用サーボモータ 28 の回転検出器 55 により、結合ネジ軸 71 のネジリードと回転数から算出している。

10 なお、この実施の形態 6 における駆動手段 70 は、実施の形態 1～3 の駆動手段 30 にも適用できることは言うまでもない。

実施の形態 7.

次に本発明の実施の形態 7 を、第 9 図（推力変換装置の主に駆動手段の縦断面図）を用いて説明する。

15 本実施の形態 7 は、実施の形態 4 における駆動手段の部分のみが異なっているもので、駆動手段を除いたその他の構成及び動作は実施の形態 4 と同様であるため、ここでは駆動手段の構成、動作のみ説明する。

75 は駆動手段で、回転位置検出器 55 を有する駆動手段である送り用サーボモータ 77 と、結合ネジ軸 71 外側に配置され、軸受 24 にて
20 回転自在に支承された第 2 のモータ回転軸 73 と、第 2 のモータ回転軸 73 の外側に固定された永久磁石 72 と、結合ナット 78 の外側に配置され、軸受 27 にて回転自在に支承された第 3 のモータ回転軸 80 と、第 3 のモータ回転軸 80 の外側に固定された永久磁石 79 とで構成されている。なお、永久磁石 72、79 は固定子 76 と対向配置されている。

25 また、第 2 のモータ回転軸 73 と第 3 のモータ回転軸 80 は、それぞれの極数が異なるようにしてあり、本実施の形態では、第 2 のモータ回

転軸 73 の極数 = 第 3 のモータ回転軸 80 の極数 $\times 2$ とされている。

また、永久磁石 72 の軸方向長さ L_{m72} と、永久磁石 79 の軸方向長さ L_{m79} と、送り必要ストローク L_{s2} と、固定子 76 の軸方向長さ L_{f2} には、 $L_{m72} + L_{m79} + L_{s2} < L_{f2}$ という関係がある
5 ように構成されている。

次に駆動手段 75 の動作について説明する。

先ず、送り用サーボモータ 77 を運転し、回転磁界を発生させる。このとき第 2 のモータ回転軸 73 は発生した回転磁界により回転し、通常のサーボ動作をする。一方、第 3 のモータ回転軸 80 は、磁極の関係により、同方向にステッピング回転をする。従って、第 2 のモータ回転軸 73 と第 3 のモータ回転軸 80 の回転数に差が発生し、結合ネジ軸 71
10 は差動で回転往復運動する。

第 2 のモータ回転軸 73 と第 3 のモータ回転軸 80 における回転の差は、例えば第 3 のモータ回転軸 80 の回転角度を検出する角度センサ(図示せず)からの出力と、第 2 のモータ回転軸 73 の回転角度を検出する送り用サーボモータ 77 の回転検出器 55 からの出力を比較して求め、その差と結合ネジ軸 71 のリードから結合ネジ軸 71 の往復運動量を求める。
15

このとき、求めた結合ネジ軸 71 の往復運動に同期させて、往復回転変換手段 5 及び往復運動部 67 を往復運動させることで、第 1 のナット 7 を回転させず、把持動作あるいは、開放動作を行うことが可能となる。
20

なお、固定子 76 の磁極数と、第 2 のモータ回転軸 73 の極数と、第 3 のモータ回転軸 80 の極数とを、所定の関係に設定すると、第 3 のモータ回転軸 80 を、磁極の関係により、第 2 のモータ回転軸 73 とは逆方向にステッピング回転させることも可能である。
25

また、この実施の形態 6 における駆動手段 75 は、実施の形態 1 ~ 3

の駆動手段 30 にも適用できることは言うまでもない。

実施の形態 8.

5 なお、前記各実施の形態では、主回転軸に第 2 のネジである結合ナットを設け、駆動手段により第 1 のネジである結合ネジ軸を往復駆動させているが、これとは逆の構成、即ち主回転軸に第 2 のネジに相当する結合ネジ軸を設け、駆動手段により第 1 のネジに相当する結合ナットを往復運動させても、同様の作用効果を奏することは明らかである。

10 また、前記各実施の形態では、推力変換装置の主駆動源として、回転子を有する第 1 のサーボモータを用いたので、回転往復変換手段にて、この第 1 のサーボモータの回転トルクを軸方向推力に変換しているが、推力変換装置の主駆動源として、回転トルクを軸方向推力に変換する必要のないリニアサーボモータ等の駆動源を用いるならば、前記回転往復変換手段は不要で、往復運動手段としてのリニアサーボモータ等の駆動
15 源を設けるのみで足りることも明らかである。

実施の形態 9.

次に本発明の実施の形態 9 を、第 10 図～第 15 図を用いて説明する。

20 なお、この実施の形態は、実施の形態 1（第 1 図及び第 2 図）で説明した構成を持つ推力変換装置を運転するための制御装置に係るもので、第 10 図は制御装置の構成を示す図、第 11 図はワーク 43 をチャック爪 42 により把持するまでの把持動作を説明するためのフローチャート、第 12 図は駆動歯車 35 と歯車 60、61 との噛合せに係る動作を示すフローチャート、第 13 図は磁気センサの取付け状態を説明するための
25 図で、（a）は正面図、（b）は右側面図を示す。また、第 14 図は磁気センサの作用を説明するための図、第 15 図はチャック爪 42 により

把持されているワーク 43 を開放するときの動作を説明するためのフローチャートである。

第 10 図において、上位コントローラ 109 は、その制御部 111 より第 1 の指令出力部 110 を通してコントローラ 96 に指令を出力する。

- 5 コントローラ 96 は入力部 97 よりその指令が入力され、その制御演算部 99 が、前記指令及び第 2 のサーボモータ 31 の回転検出器 31f が検出した回転量から、フィードバック制御によりインバータ回路 100 を駆動し、第 2 のサーボモータ 31 を運転する。また、制御演算部 99 は、出力部 98 から第 1 のサーボモータ 50 の指令を出力する。
- 10 また、第 1 のサーボモータ 50 のコントローラ 105 は入力部 106 を介して指令が入力され、その制御演算部 107 が、前記指令及び第 1 のサーボモータ 50 の回転検出器 50b が検出した回転量から、フィードバック制御によりインバータ回路 108 を駆動し、第 1 のサーボモータ 50 を運転する。また、コントローラ 105 のメモリ 112 は、第 2
- 15 のサーボモータ 31 の駆動にてチャック爪 42 がワーク 43 を把持したときにおける現在位置を記憶する。

- また、駆動歯車 35 の歯と所定間隔を介して対向配置された磁気センサ 94 が検出したアナログ信号、及び従動歯車 61 の歯と所定間隔を介して対向配置された磁気センサ 95 が検出したアナログ信号は、上位
- 20 コントローラ 109 の A/D コンバータ 102、101 によりデジタルデータに変換され制御部 111 へ送られる。また制御部 111 は、上位コントローラ 109 の入出力部 103 を通じて電磁ブレーキ 32 の励磁、非励磁を制御し、また、入出力部 104 を通じて電磁ブレーキ 46 の励磁、非励磁を制御する。

- 25 また主軸モータのコントローラ 113 は、その制御演算部 121 が、主軸モータに対する指令及び主軸モータの回転検出器 114 が検出した

回転量から、フィードバック制御によりインバータ回路 108 を駆動し、主軸モータを運転する。

また、コントローラ 113 のメモリ 117 は、各歯車が噛合っている主軸回転位置（検出器 114 の出力から得る）を記憶する。

5 なお、磁気センサ 94、95 の詳細については後述する。

次に本実施の形態 9 の動作について第 10 図～第 15 図を用いて説明する。

10 まず、ワーク 43 をチャック爪 42 により把持するまでの把持動作を、第 11 図のフローチャートを用いて第 2 図と照合しながら説明する。また、併せて第 12 図～第 14 図を用いて駆動歯車 35 と歯車 60、61 との噛合せに係る動作についても説明する。

15 即ち、第 11 図（左列に第 2 のサーボモータ 31 の動作、右列に第 1 のサーボモータ 50 の動作を示す）において、駆動歯車 35 と従動歯車 60、61 が噛み合っていない第 2 図（a）の状態において、まず、上位コントローラ 109 の制御部 111 にて電磁ブレーキ 46 をロックし（ステップ 1）、コントローラ 96、105 にて第 2 のサーボモータ 31 及び第 1 のサーボモータ 50 をサーボオンする（ステップ 2a、ステップ 2b）。なおこのとき、第 1 のサーボモータ 50、第 2 のサーボモータ 31 及び主軸モータは、未だ指令が入力されていないので、停止した状態にある。次に駆動歯車 35 と従動歯車 61 を噛み合わせる歯車噛み合わせ（ステップ 3a）を実行する。

20 なお、この歯車噛み合わせ（ステップ 3a）は、第 12 図に示すように実行する。

25 即ち、まず、駆動歯車 35 と従動歯車 61 の歯の角度を磁気センサ 94、95 で検出する（ステップ 30a、30b）。

なお、この磁気センサ 94 は磁気抵抗素子を使用した磁気センサで、

第13図に示すように、センサ面94aが駆動歯車35の歯と所定間隔を介して対向配置されている。なお、磁気センサ95も磁気センサ94と同様に、磁気抵抗素子を使用されており、センサ面が従動歯車61の歯と所定間隔を介して対向配置されている。

- 5 そして本配置の磁気センサ94より得られる信号波形は、磁気センサ94が駆動歯車35の歯が近づいたときと駆動歯車35の歯が遠ざかった時をピークとする、第14図の116のような信号波形となる。なお、信号波形116は完全な正弦波ではないが、磁気センサ94の感度及び磁気センサ94と駆動歯車35の間隔を適度にとることにより、近似的な正弦波とすることができる。
- 10

- 従って、第10図において、前記磁気センサ94のアナログ出力116をA/Dコンバータ102を用いてデジタル化し、制御部111にて内挿分割すれば歯車の歯の位置を検出することが出来る。なお、歯車の位置は、正弦波の逆正弦をとり角度として表現する。即ち、歯車1枚が磁気センサ正面94aを通過し、次の歯車が磁気センサ94正面に来るまでを360度として歯車位置を検出する。これは第14図に示すように歯数nの歯車では機械角 $360/n$ 度に相当する。
- 15

- 磁気センサ95も同様に磁気抵抗素子を使用して従動歯車61の歯の位置を検出し、それぞれの検出データはA/Dコンバータ101、102を介して上位コントローラ109の制御部111へ出力される。ここで、上位コントローラ109の制御部111は、従動歯車61の歯車位置検出角度から、位相を180度ずらした値を駆動歯車35の指令位置として歯車の歯の角度を比較する。
- 20

- 具体的には、一般的に磁気センサは位相が90度ずれた2相の信号を出力するため、駆動歯車35の検出角度は、
- 25

$$\theta = \tan^{-1} \frac{k_{\sin} (v_a - Off_{\sin})}{k_{\cos} (v_b - Off_{\cos})}$$

として計算される。

但し、 θ は歯車位置検出角度、 \tan^{-1} は逆正接、 k_{\sin} 、 k_{\cos} は磁気センサ
 が出力する2つの信号の振幅を合わせるための補正係数、 Off_{\sin} 、 Off_{\cos} は
 検出信号の中間電圧（オフセット）、 v_a 、 v_b は90°位相のずれた磁極セ
 ンサの検出電圧である。また、歯車が噛み合うためには、一方の歯車の
 5 歯に対し、もう一方の歯車の歯と歯の間の部分がある必要がある。従っ
 て、従動歯車61の歯の角度 θ に対し駆動歯車35の歯が $\theta+180$ 度の位
 置にあれば噛み合わせが可能である。

両歯車が噛み合わせ位置にない場合、前記 $\theta+180$ を指令位置として駆
 10 動歯車35を回転させる必要があり、歯車の歯数 n を使って次式で求め
 られる。

$$\text{指令位置} = \frac{\theta + 180}{n} = \frac{\tan^{-1} \frac{k_{\sin}(v_a - Off_{\sin})}{k_{\cos}(v_b - Off_{\cos})} + 180}{n} \dots\dots\dots (5 \text{ 式})$$

前述の手法で歯車の歯の角度を検出して歯車が噛み合うかどうかを判
 定し（ステップ31）、噛み合う位置になれば前記5式により移動指
 15 令位置を計算し（ステップ32）、電磁ブレーキ32が開放された状態
 にあるので、コントローラ96にて第2のサーボモータ31を駆動して
 駆動歯車35を前記5式の示す位置まで回転させる（ステップ33）。

駆動歯車35を従動歯車61との噛み合わせ角度に移動後、上位コン
 トローラ109の制御部111にて電磁ブレーキ32をロックし（ステ
 20 ップ34）、第2のサーボモータ31の回転トルクを、送りネジナット
 31cをモータ回転軸31aの段部へ押し付ける際に必要とされるトル
 クに設定する（ステップ35）。次に第2のサーボモータ31を速度制
 御で回転させる（ステップ36）。このとき、送りネジ軸31bに螺合
 する送りネジナット31c、移動シャフト31d、31e及び駆動歯車
 25 35が電磁ブレーキ32により回転方向の運動が止められているため、

これらのものが第2のサーボモータ31側に移動する。駆動歯車35と従動歯車61は上述のとおり磁気センサ94、95により位相を合わせているので、駆動歯車35の歯が従動歯車61の歯に噛み合い（ステップ37）ながら、送りネジナット31cがモータ回転軸31aの段部に
5 接触するまで移動する。このとき、コントローラ96の制御演算部99は、検出器31fが零速度を検出したか否かを監視し（ステップ38）、検出器31fが零速度を検出したことを確認すると、送りネジナット31cがモータ回転軸31aの段部に接触したと判断して電磁ブレーキ32のロックを解除する（ステップ39）。この時点で第2図（b）の状態となる。
10

なお、ステップ35で第2のサーボモータ31に対してトルク制限を設定し必要以上のトルクを発生させないように制御するのは、第2図（b）に示すように、送りネジナット31cをモータ回転軸31aの段部へ適切な圧力で押し付ける状態にする必要があるため、通常の位置制御
15 のみで運転すると送りネジナット31cの移動量が不足したり、過剰に移動しようとして第2のサーボモータ31が最大トルクで動作する可能性があるからである。

再び第11図に示すフローチャートの説明に戻る。上述のように歯車噛み合わせ（ステップ3a）を実行後、即ち第2図（b）の状態とした後、第2のサーボモータ31を引続き回転させる。
20

この結果、電磁ブレーキ46のロックにより結合ナット62が拘束状態にあり、また電磁ブレーキ32の開放により送りネジナット31cが回転方向に運動が可能で、更にまた送りネジナット31cがモータ回転軸31aの段部に接触しており軸方向に移動不可能のため、第2のサーボモータ31が回転を続けると、送りネジナット31cがその位置で回
25 転する。この回転に伴い送りネジナット31cに固定されている駆動歯

車 3 5 も回転し、この駆動歯車 3 5 に噛み合う従動歯車 6 1 が設けられた結合ネジ軸 5 9 を回転させる。結合ナット 6 2 が電磁ブレーキ 4 6 により回り止めされているため、結合ナット 6 2 は結合ネジ軸 5 9 の回転により連れ回りはせず、結合ネジ軸 5 9 のみが回転し、この結合ネジ軸 5 9 に軸受 2 4 を介して接続されている往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を、チャック爪 4 2 がワーク 4 3 を保持する直前の位置まで位置制御で移動させる（ステップ 4 a）。

そして、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を、チャック爪 4 2 がワーク 4 3 を保持する直前の位置まで移動させた後、第 2 のサーボモータ 3 1 にトルク制限を設定し（ステップ 5 a）、低速の速度制御（ステップ 6 a）によりチャック爪 4 2 がワーク 4 3 を前記設定された圧力で保持し停止するまで、即ち検出器 3 1 f が零速度を検出するまでコントローラ 9 6 より指令を出力し運転する（ステップ 7 a）。

なお、ステップ 6 a、7 a の所要時間は、ステップ 4 a でチャック爪 4 2 をワーク把持直前の位置まで移動させているため短時間で実行できる。

また、移動手段 9 2 の駆動（第 2 のサーボモータ 3 1 の駆動）によるワーク把持を単純な位置制御で実行する場合、ワークサイズにバラツキがあると、例えばワークサイズが設計値より大きいと、チャック爪 4 2 を過剰に動作させようとして移動手段 9 2 の駆動手段 3 0 に高負荷がかかり、逆にワークサイズが小さいと不完全な保持となるが、前記ステップ 4 a ～ 7 a の操作によりワークサイズのバラツキを考慮して素早く、かつチャック爪 4 2 をワーク把持位置まで移動させることが出来る。

また、前記ステップ 4 a ～ 7 a の動作時に第 1 のサーボモータ 5 0 を第 2 のサーボモータ 3 1 に追従して動作させる。即ち、コントローラ 1 0 5 は、コントローラ 9 6 が検出器 3 1 f のデータを基に計算した移動手

段 9 2 の移動量を第 1 のサーボモータ 5 0 の指令としてコントローラ 9 6 より入力し、この指令に基づいて第 1 のサーボモータ 5 0 を位置制御運転する（ステップ 3 b）。

5 なお、前記ステップ 4 a ～ 7 a の動作時に第 1 のサーボモータ 5 0 を
第 2 のサーボモータ 3 1 に追従して動作させるのは、実施の形態 1 でも説明したように、結合ネジ軸 5 9 に軸受 2 4 を介して回転往復変換手段 1 1 が接続されており、またこの回転往復変換手段 1 1 に第 1 のナット 7 と第 1 のネジ軸 6 を介して往復回転変換手段 5 が接続されており、更に往復回転変換手段 5 に軸受 2 1 を介して往復運動手段 5 8 が接続され
10 ており、また往復運動手段 5 8 の第 1 のサーボモータ 5 0 等が軸方向に移動できず且つ第 3 のネジ軸 5 4 が第 3 のナット 5 3 を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているためである。

このため、第 1 のサーボモータ 5 0 を第 2 のサーボモータ 3 1 に追従して動作させると、その結合ネジ軸 5 9 の移動を第 3 のナット 5 3 と第
15 3 のネジ軸 5 4 との間で吸収させることができ、回転往復変換手段 1 1 、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 5 8 の第 3 のネジ軸 5 4 が、一体となって図の左側方向に、結合ネジ軸 5 9 の移動距離とほぼ同じ距離移動する。

なお、第 1 のサーボモータ 5 0 を駆動すると、モータ回転軸 5 0 a が
20 所定のトルクで回転させられ、そのトルクがモータ回転軸 5 0 a に固定されている歯車 5 1 を介して歯車 5 2 に伝達され、歯車 5 2 を固定している第 3 のナット 5 3 を回転させる。第 3 のナット 5 3 に螺合している第 3 のネジ軸 5 4 は、フレーム 4 7 にリニアガイド 5 6 により回り止めされているため、第 3 のナット 5 3 と連れ回りすることなく、往復運動
25 する。

この場合、コントローラ 9 6 が検出器 3 1 f の検出データを入力し、

この入力した検出データを基に移動手段92の移動量を制御演算部99にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ105へ出力される関係上、第1のサーボモータ50は第2のサーボモータ31より立ち上がりの分だけ遅れて動作し、この遅れは往復回転変換手段5及び
5 回転往復変換手段11を通じた遅れの分だけ回転往復変換手段11の往復動作部分動作量を減少させる。しかし、前記動作量の減少は往復回転変換手段5等を通じて微少量となる上、最終的に移動手段92が停止すると遅れ分を回復するため動作上無視してよい。

そして第2のサーボモータ31（及び第1のサーボモータ50）を運
10 転して回転往復変換手段11、往復回転変換手段5及び往復運動手段58の第3のネジ軸54を移動させる第2の運転モードによる運転（第11図点線内118）後、往復回転変換手段5及び回転往復変換手段11を移動させる移動手段92の駆動（第2のサーボモータ31の駆動）は不要となるため、第2のサーボモータ31のトルク制限を解除し（ス
15 ヅップ8a）、電磁ブレーキ32のロックを解除する（ステップ9a）。

一方、ステップ7aで検出器31fが零速度を検出後、コントローラ105は、上位コントローラ109よりコントローラ96を介して入力される指令に基づいて、第1のサーボモータ50の回転トルクを回転往復
変換手段11、往復回転変換手段5等にて所定の軸方向推力に変換する、
20 所謂第1の運転モードによる運転を行う（第11図点線枠内119）。

即ち、コントローラ96を介してコントローラ105へ送信される現在位置（第2のサーボモータ31の駆動によりチャック爪42がワーク
43を所定圧力で把持した位置）をコントローラ105内のメモリ112に記録位置①として記録し（ステップ4b）、前記（1式）～（4式）
25 で計算されるチャック爪42の把持力に所要するトルク制限を設定する（ステップ5b）。そして速度制御運転により第1のサーボモータ50

を運転して（ステップ6 b）、チャック爪4 2に設定した把持力を発生させる。なお、ステップ6 bはトルク制御運転でもよい。検出器5 0 bが零速度を検出すると（ステップ7 b）、第1のサーボモータ5 0のトルク制限を解除し（ステップ9 b）、第1のサーボモータ5 0をサーボ
5 オフする（ステップ9 b）。

この結果、推力変換装置は第2図(c)の状態となる。

一方上述のように、ワーク4 3をチャック爪4 2により所定トルクで把持した後、電磁ブレーキ3 2をロック（ステップ9 a）して移動シャフト3 1 eを拘束した状態で、位置制御で第2のサーボモータ3 1を運
10 転（把持動作時とは逆方向に回転）する。モータ回転軸3 1 aの回転により、送りネジ軸3 1 bも回転し、送りネジ軸3 1 bに螺合している送りネジナット3 1 c等が反負荷側軸方向（第2のサーボモータの方向）に移動する。

そして送りネジナット3 1 cに固定されている駆動歯車3 5も一緒に
15 移動し、第2図(c)の状態から第2図(d)の状態、即ち、第1の駆動歯車3 5が歯車6 0、6 1のどちらとも噛み合わない状態まで移動する（ステップ10 a）。そして、第2図(d)の状態になった時、第2のサーボモータ3 1をサーボオフ（ステップ11 a）して停止させ、電磁ブレーキ3 2のロックを解除する（ステップ12 a）。

20 最後に電磁ブレーキ4 6のロックを解除する（ステップ13）。

なお、第2図(d)の状態でワークの加工を行うのは、歯車の噛合いによる騒音、ワーク加工に不必要な駆動歯車3 5等の回転による主軸モータ負荷の増加等を防止するためである。

この結果、推力変換装置は第2図(d)の状態となる。

25 なお、結合ナット6 2は第2のリニアガイド1 4の作用により押引棒2 3に対して回転方向に拘束されており、加工時には主軸モータにて回

転駆動される押引棒 2 3 と一緒に回転する。このため、上述したとおり
チャック開閉時に結合ナット 6 2 を固定するために設けられた電磁ブレーキ 4 6 は、主軸回転を減速する際に主軸モータの減速力に加えて主軸のブレーキとして利用することができる。

- 5 次に第 1 5 図のフローチャートにてチャック爪 4 2 を開く動作を説明する。なお、第 1 5 図において、左列が第 2 のサーボモータ 3 1 の動作を、また右列が第 1 のサーボモータ 5 0 の動作を示す。

- 即ち、先ず電磁ブレーキ 4 6 をロックして結合ナット 6 2 を拘束するとともに、第 2 のサーボモータ 5 0 をサーボオンし（ステップ 4 1 a）、
10 前記メモリ 1 1 2 へ記憶した記録位置①を制御演算部 1 0 7 が読出してその記録位置①へ位置制御運転（前述した把持時とは逆方向にモータ回転軸 5 0 a を回転させる）する（ステップ 4 2 a）ことで、チャック爪 4 2 を緩める。

- また第 2 のサーボモータ 3 1 もサーボオン（ステップ 4 1）し、駆動
15 歯車 3 5 と歯車 6 0 との噛み合わせ（ステップ 4 2）を実行し、第 2 図（e）の状態（移動シャフト 3 1 d の段部が軸受 3 3 の内輪に接触する状態）とする。

なお、歯車噛み合わせ動作については第 1 2 図のフローチャートで説明したとおりである。

- 20 この後、第 1 のサーボモータ 3 1 を引続き位置制御運転させる（ステップ 4 3）。この結果、移動シャフト 3 1 d と一体化された送りネジナット 3 1 c が、移動シャフト 3 1 d の段部が軸受 3 3 の内輪に接触している関係上、軸方向に移動不可能且つ回転方向には回転可能のため、その位置で回転する。この回転に伴い駆動歯車 3 5 も回転し、この駆動歯車
25 3 5 にて駆動される歯車 6 0 が設けられた結合ネジ軸 5 9 を回転させる。結合ナット 6 2 が電磁ブレーキ 4 6 にて回り止めされているため、結合

ネジ軸 5 9 の回転により連れ回りはせず、結合ネジ軸 5 9 のみが第 2 図 (f) の状態まで図の右側方向に回転移動する。

またこの時、結合ネジ軸 5 9 に軸受 2 4 を介して回転往復変換手段 1 1 が接続されており、またこの回転往復変換手段 1 1 に第 1 のナット 7
5 と第 1 のネジ軸 6 を介して往復回転変換手段 5 が接続されており、更に往復回転変換手段 5 に軸受 2 1 を介して往復運動手段 5 8 が接続されており、また往復運動手段 5 8 の第 1 のサーボモータ 5 0 等が軸方向に移動できず且つ第 3 のネジ軸 5 4 が第 3 のナット 5 3 を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているため、第 1 のサーボモータ 5 0
10 を第 2 のサーボモータ 3 1 と同期運転（第 3 のネジ軸 5 4 が図の右側方向へ移動できる方向に同期運転）させる（ステップ 4 3 a）。なおこのとき、コントローラ 9 6 は、コントローラ 9 6 が検出器 3 1 f のデータを基に計算した移動手段 9 2 の移動量を指令としてコントローラ 1 0 5 へ出力する。また第 1 のサーボモータ 5 0 は前記指令を従い位置制御運
15 転される。

この結果、第 1 のサーボモータ 5 0 の運転により第 3 のナット 5 3 が回転し、その結合ネジ軸 5 9 の移動を第 3 のナット 5 3 と第 3 のネジ軸 5 4 との間で吸収させることができ、回転往復変換手段 1 1、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 5 8 の第 3 のネジ軸 5 4 が、一体となって
20 図の右側方向に、結合ネジ軸 5 9 の移動距離とほぼ同じ距離移動する。

なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 5 9 を軸受 2 4 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 5 0 を、駆動手段 3 0 の第 2 のサーボモータ 3 1 と同期運転させて第 3 のナット 5 3 を回転させ、その結合ネジ軸 5 9 の移動を第 3 のナット 5 3 と第 3 のネジ軸 5 4 との間
25 で吸収させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、負荷側軸方向（図の右側方向）へ移動する。回転往復変換手段 1 1 の移動に伴い、

押引棒 2 3 及びドロバー 9 1 が負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 4 1 により押引棒 2 3 及びドロバー 9 1 の軸方向動作をチャック爪 4 2 の径方向動作に変換して、チャック爪 4 2 よりワーク 4 3 を開放する。

- 5 この場合においても、コントローラ 9 6 が検出器 3 1 f の検出データを入力し、この入力した検出データ基に移動手段 9 2 の移動量を制御演算部 9 9 にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ 1 0 5 へ出力される関係上、第 1 のサーボモータ 5 0 は第 2 のサーボモータ 3 1 より立ち上がりの分だけ遅れて動作し、この遅れは往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を通じた遅れの分だけ回転往復変換手段 1 1 の往復動作部分動作量を減少させる。しかし、前記動作量の減少は往復回転変換手段 5 等を通じて微少量となる上、最終的に移動手段 9 2 が停止すると遅れ分を回復するため動作上無視できる。
- 10

- そして、新しいワーク 4 3 をセットした後、電磁ブレーキ 3 2 をロックするとともに、第 2 のサーボモータ 3 1 を回転させて第 2 図 (a) の状態に戻し、再び第 2 図 (b) ~ (f) の動作を繰返す。
- 15

実施の形態 1 0.

- 次に本発明の実施の形態 1 0 を、第 1 6 図及び第 1 7 図を用いて説明する。
- 20

- なお、この実施の形態は、実施の形態 2 (第 3 図及び第 4 図) で説明した構成を持つ推力変換装置を運転するための制御装置に係るもので、第 1 6 図はワーク 4 3 をチャック爪 4 2 により把持するまでの把持動作を説明するためのフローチャート、第 1 7 図は各歯車の噛合いに係る動作を説明するためのフローチャートである。
- 25

この実施の形態 1 1 の制御装置で制御される実施の形態 2 で説明した

推力変換装置は、実施の形態1における電磁ブレーキ46のかわりに第2の駆動歯車38及び第2の従動歯車39、40を装備し、第1の駆動歯車35と第2の駆動歯車38との間の歯数の差により、第1の従動歯車36、37と、第2の従動歯車39、40との間で回転数に差を発生させ、結合ネジ軸17を動作させるものである。従って、例えば第4図(d)に示すように歯車を分離した状態から再び第4図(e)に示すように歯車を結合しようとするとき、各歯車がある特定位置にない限り、第1の駆動歯車35と第1の従動歯車36、37、第2の駆動歯車38と第2の従動歯車39、40をそれぞれ同時に結合することができない。

10 そこでその結合のため、実施の形態10で説明したような磁気センサを使用して各歯車の歯の位置を検出して各歯車の歯の位置を回転制御し各歯車を結合させることも考えられるが、歯数の異なる多数の歯車をそれぞれ同時に結合することは、相当複雑な制御を必要とする。

このためこの実施の形態10の制御装置は、磁気センサを使用することなく簡単な制御で各歯車を夫々同時に結合できるものを提供しようとするものである。なお制御装置の構成は、実施の形態9で説明した第10図において、磁気センサ94、95、及びこの磁気センサ94、95のアナログ信号をデジタル信号に変換して上位コントローラ109に入力するA/Dコンバータ101、102を取除いた構成である。

20 次に本実施の形態10の動作について第16図及び第17図を用いて説明する。

まず、即ち、ワーク43をチャック爪42により把持するまでの把持動作を、第16図のフローチャートを用いて第4図と照合しながら説明する。また併せて第17図を用いて各歯車の噛合せに係る動作についても

25 説明する。

なお、本推力変換装置の出荷時には、第1の駆動歯車35と第1の従

動歯車 36、第2の駆動歯車 38と第2の従動歯車 39とが夫々噛合った状態（第4図（b）の状態）、または第1の駆動歯車 35と第1の従動歯車 37、第2の駆動歯車 38と第2の従動歯車 40とが夫々噛合った状態（第4図（f）の状態）で出荷されるので、推力変換装置の初期稼動時には、第4図（b）の状態または第4図（f）の状態から稼動されることになるが、ここでの動作説明は、初期稼動後の動作について説明する。

即ち、第16図（左列に第2のサーボモータ 31の動作を、右列に第1のサーボモータ 20の動作を示す）において、第1の駆動歯車 35と第1の従動歯車 36、第2の駆動歯車 38と第2の従動歯車 39が噛み合っていない第4図（a）の状態において、まず、コントローラ 96、105にて第2のサーボモータ 31及び第1のサーボモータ 20をサーボオンする（ステップ 51a、ステップ 51b）。なおこのとき、第1のサーボモータ 20、第2のサーボモータ 31及び主軸モータは、未だ指令が入力されていないので、停止した状態にある。次に第1の駆動歯車 35と第1の従動歯車 36、第2の駆動歯車 38と第2の従動歯車 39を同時に噛み合わせる歯車噛み合わせ（ステップ 52a）を実行する。

なお、この歯車噛み合わせ（ステップ 52a）は、第17図に示すように実行する。

即ち、第1の駆動歯車 35と第1の従動歯車 36、第2の駆動歯車 38と第2の従動歯車 39を同時に噛み合わせるためには、第1、第2の駆動歯車 35、38、第1、第2の従動歯車 36、39ともに前回の結合状態から分離した瞬間の角度に戻す必要がある関係上、歯車噛み合わせ準備として、歯車を分離した瞬間の主軸回転位置②が主軸モータのコントローラ 113のメモリ 117に記憶されており（第16図ステップ 58a）、また歯車分離中は第1、第2の駆動歯車 35、38の回転を防止するた

め電磁ブレーキ 32 がロックされている（第 16 図ステップ 59 a）。

このため、第 16 図のステップ 58 a でメモリ 117 に記憶された歯車を分離した瞬間の主軸回転位置②を制御演算部 116 が読出し、その主軸回転位置②へ、コントローラ 113 にて主軸モータを駆動することにより主軸モータと一体的に回転する第 1、第 2 の従動歯車 36、37、39、40 を回転させる（ステップ 71）。この結果、第 1 の駆動歯車 35 と第 1 の従動歯車 36（または 37）、第 2 の駆動歯車 38 と第 2 の従動歯車 39（または 40）は、同時に噛み合わせることが可能な位置となる。

- 10 なお、第 1 の従動歯車 36、37、第 2 の従動歯車 39、40 は押引棒 23、第 2 のリニアガイド 14、結合手段 18 を介して主軸と同期して回転するが、実施の形態 2 で説明したように、結合ネジ 17 は効率負のセルフロック状態にあるため、ワーク 43 からの抗力では第 1 の従動歯車 36、37 及び第 2 の従動歯車 39、40 は相対的に回転しない。
- 15 従って主軸の回転角度を分離したときの角度に合わせる事で第 1、第 2 の従動歯車 36、37、39、40 の歯を、第 1、第 2 の駆動歯車 35、38 に噛み合わせることが出来る角度へ回転させることが出来る。

- 次に、移動シャフト 31 d の段部を軸受 33 の内輪へ押し付ける際に必要とされる第 2 のサーボモータ 31 のトルク制限を設定し（ステップ
- 20 72）、次に第 2 のサーボモータ 31 を速度制御で回転させる（ステップ 73）。このとき、送りネジ軸 31 b に螺合する送りネジナット 31 c、移動シャフト 31 d、31 e、第 1 の駆動歯車 35 及び第 2 の駆動歯車 38 が、電磁ブレーキ 32 により回転方向の運動が止められているため、第 2 のサーボモータ 31 から遠ざかる方向に移動する。第 1 の駆
- 25 動歯車 35 と第 1 の従動歯車 36、第 2 の駆動歯車 38 と第 2 の従動歯車 39 は上述のとおり位相を合わせているので、第 1 の駆動歯車 35 が

第1の従動歯車36に、また第2の駆動歯車38が第2の従動歯車39に噛み合い（ステップ74）ながら、移動シャフト31dの段部が軸受33の内輪に接触するまで移動する。そしてコントローラ96の制御演算部99は、検出器31fが零速度を検出したか否かを監視し（ステップ75）、検出器31fが零速度を検出したことを確認すると、移動シャフト31dの段部が軸受33の内輪に接触したと判断して電磁ブレーキ32のロックを解除し（ステップ76）、2組の歯車の同時噛み合わせを終了する。この時点で第4図（b）の状態となる。

なお、ステップ7.2で第2のサーボモータ31に対してトルク制限を設定し必要以上のトルクを発生させないように制御するのは、第4図（b）に示すように、移動シャフト31dの段部を軸受33の内輪へ適切な圧力で押し付ける状態にする必要があるため、通常的位置制御のみで運転すると移動シャフト31dの移動量が不足したり、過剰に移動しようとして第2のサーボモータ31が最大トルクで動作する可能性があるからである。

再び第16図に示すフローチャートの説明に戻る。上述のように歯車噛み合わせ（ステップ52a）を実行後、即ち第4図（b）の状態とした後、第2のサーボモータ31を引続き回転させる。

この結果、電磁ブレーキ32が開放状態にあり、電磁ブレーキ32の開放により移動シャフト31dが回転方向に運動が可能で、更にまた移動シャフト31dの段部が軸受33の内輪に接触しており軸方向に移動不可能のため、第2のサーボモータ31が回転を続けると、移動シャフト31d、送りネジナット31c等がその位置で回転する。この回転に伴い移動シャフト31dに固定されている第1の駆動歯車35、第2の駆動歯車38も回転し、この1の駆動歯車35、第2の駆動歯車38にて駆動される第1の従動歯車36及び第2の従動歯車39が設けられた結

合ネジ軸 17 と結合ナット 16 をそれぞれ回転させる。

なおこの時、前記したように、第 1 の駆動歯車 35 と第 2 の駆動歯車 38 は異なった歯数で形成されており、第 1 の駆動歯車 35 によって回転させられる結合ネジ軸 17 の回転数 N_a と、第 2 の駆動歯車 38 によって回転させられる結合ナット 16 の回転数 N_b の関係が $N_a > N_b$ となるように、第 1 の従動歯車 36、37 及び第 2 の従動歯車 39、40 の歯数が設定されている関係上、結合ネジ軸 17 と結合ナット 16 の回転数が異なるため、差動により結合ネジ軸 17 は反負荷側方向に回転移動し、この結合ネジ軸 59 に軸受 24 を介して接続されている往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 11 を、チャック爪 42 がワーク 43 を保持する直前の位置まで移動させる（ステップ 53 a）。

そして、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 11 を、チャック爪 42 がワーク 43 を保持する直前の位置まで移動させた後、第 2 のサーボモータ 31 にトルク制限を設定し（ステップ 54 a）、低速の速度制御（ステップ 55 a）によりチャック爪 42 がワーク 43 を前記設定された圧力で保持し停止するまで、即ち検出器 31 f が零速度を検出するまでコントローラ 96 より指令を出力し運転する（ステップ 56 a）。

なお、ステップ 55 a、56 a の所要時間は、ステップ 53 a でチャック爪 42 をワーク把持直前の位置まで移動させているため、移動速度を低く設定しても短時間で実行できる。

また、移動手段 92 の駆動（サーボモータ 31 の駆動）によるワーク把持を単純な位置制御で実行する場合、ワークサイズにバラツキがあると、例えばワークサイズが設計値より大きいと、チャック爪 42 を過剰に動作させようとして移動手段 92 の駆動手段 30 に高負荷がかかり、逆にワークサイズが小さいと不完全な保持となるが、前記ステップ 53 a ~ 56 a の操作によりワークサイズのバラツキを考慮して素早く、か

つチャック爪42をワーク把持位置まで移動させることが出来る。

また、前記ステップ53a～56aの動作時に第1のサーボモータ20を第2のサーボモータ31に追従して動作させる。このとき、コントローラ105は、コントローラ96が検出器31fのデータを基に計算した移動手段92の移動量を第1のサーボモータ20の指令としてコントローラ96より入力し、この指令に基づいて第1のサーボモータ20を位置制御運転する（ステップ52b）。

なお、前記ステップ53a～56aの動作時に第1のサーボモータ20を第2のサーボモータ31に追従して動作させるのは、実施の形態2でも説明したように、結合ネジ軸17に軸受24を介して回転往復変換手段11が接続されており、またこの回転往復変換手段11に第1のナット7と第1のネジ軸6を介して往復回転変換手段5が接続されており、更に往復回転変換手段5に軸受21を介して往復運動手段1が接続されており、また往復運動手段1の第1のサーボモータ20等が軸方向に移動できず且つ第3のネジ軸3が第3のナット2を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているためである。

このため、第1のサーボモータ20を第2のサーボモータ31に追従して動作させると、その結合ネジ軸17の移動を第3のナット2と第3のネジ軸3との間で吸収させることができ、回転往復変換手段11、往復回転変換手段5及び往復運動手段1の第3のネジ軸3が、一体となって図の左側方向に、結合ネジ軸17の移動距離とほぼ同じ距離移動する。

なお、第1のサーボモータ20を駆動すると、モータ回転軸20aが所定のトルクで回転させられ、そのトルクがモータ回転軸20aに固定されている第3のナット2を回転させる。第3のナット2に螺合している第3のネジ軸3は、フレーム20bにリニアガイド4により回り止めされているため、第3のナット2と連れ回りすることなく、往復運動す

る。

この場合、コントローラ 9 6 が検出器 3 1 f の検出データを入力し、この入力した検出データを基に移動手段 9 2 の移動量を制御演算部 9 9 にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ 1 0 5 へ出力される関係上、第 1 のサーボモータ 2 0 は第 2 のサーボモータ 3 1 より立ち上がりの分だけ遅れて動作し、この遅れは往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を通じた遅れのみだけ回転往復変換手段 1 1 の往復動作部分動作量を減少させる。しかし、前記動作量の減少は往復回転変換手段 5 等を通じて微量となる上、最終的に移動手段 9 2 が停止すると遅れ分を回復するため動作上無視してよい。

そして第 2 のサーボモータ 3 1 (及び第 1 のサーボモータ 2 0) を運転して回転往復変換手段 1 1、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 5 8 の第 3 のネジ軸 3 を移動させる第 2 の運転モードによる運転(第 1 6 図点線内 1 1 8)後、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を移動させる移動手段 9 2 の駆動(第 2 のサーボモータ 3 1 の駆動)は不要となるため、第 2 のサーボモータ 3 1 のトルク制限を解除する(ステップ 5 7 a)。

そしてこのときの主軸回転位置②を回転検出器 1 1 4 より取得してメモリ 1 1 7 に記憶し(ステップ 5 8 a)、電磁ブレーキ 3 2 をロックする(ステップ 5 9 a)。

一方、ステップ 5 6 a で検出器 3 1 f が零速度を検出後、コントローラ 1 0 5 は、上位コントローラ 1 0 9 よりコントローラ 9 6 を介して入力される指令に基づいて、第 1 のサーボモータ 2 0 の回転トルクを回転往復変換手段 1 1、往復回転変換手段 5 等にて所定の軸方向推力に変換する、所謂第 1 の運転モードによる運転を行う(第 1 6 図点線枠内 1 1 9)。

即ち、コントローラ 9 6 を介してコントローラ 1 0 5 へ送信される現

在位置（第2のサーボモータ31の駆動によりチャック爪42がワーク43を所定圧力で把持した位置）をコントローラ105内のメモリ112に記録位置①として記録し（ステップ53b）、前記（1式）～（4式）で計算されるチャック爪42の把持力に所要するトルク制限を設定する（ステップ54b）。そして速度制御運転により第1のサーボモータ20を運転して（ステップ55b）、チャック爪42に設定した把持力を発生させる。なお、ステップ55bはトルク制御運転でもよい。検出器20cが零速度を検出すると（ステップ56b）、第1のサーボモータ20のトルク制限を解除し（ステップ57b）、第1のサーボモータ20をサーボオフする（ステップ58b）。

この結果、推力変換装置は第4図(c)の状態となる。

一方上述のように、ワーク43をチャック爪42により所定トルクで把持した後、各歯車が噛合っている主軸回転位置②（検出器114より得る）を、制御演算部121を介してメモリ117へ記憶し（ステップ58a）、電磁ブレーキ32をロック（ステップ59a）して移動シャフト31eを拘束した状態で、位置制御で第2のサーボモータ31を運転（把持動作時とは逆方向に回転）する。モータ回転軸31aの回転により、送りネジ軸31bも回転し、送りネジ軸31bに螺合している送りネジナット31c、移動シャフト31e等が第2のサーボモータ31の方向に移動する。

そして送りネジナット31cに固定されている第1の駆動歯車35、移動シャフト31eに固定されている第2の駆動歯車38も一緒に移動し、第2図(c)の状態から第2図(d)の状態、即ち、第1の駆動歯車35が第1の従動歯車36、37のどちらとも噛み合わない状態、及び第2の駆動歯車38が第2の従動歯車39、40のどちらとも噛み合わない状態まで移動する（ステップ60a）。そして、第4図(d)の状

態になった時、第2のサーボモータ31をサーボオフして停止させる(ステップ61a)。

なお、第4図(d)の状態で行うのは、歯車の噛合いによる騒音、ワーク加工に不必要な駆動歯車35等の回転による主軸モータ5

この結果、推力変換装置は第2図(d)の状態となる。

なお、チャック爪42を開く動作については、実施の形態9で説明した第15図で示すフローチャートと同様な動作を行うので、その詳細については説明を省略する。

10

実施の形態11.

次に実施の形態11を、第18図～第23図を用いて説明する。

なおこの実施の形態は、実施の形態5(第7図)で説明した構成を持つ推力変換装置を運転するための制御装置に係るもので、第18図は制御装置の構成を示す図、第19図はワーク43をチャック爪42により把持するまでの把持動作を説明するためのフローチャート、第20図はチャック爪42により把持されているワーク43を開放するときの動作を説明するためのフローチャート、第21図は推力変換装置の動作を説明するための構成図、第22図は推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合の原点復帰の動作を説明するための構成図、第23図は原点復帰の動作を説明するためのフローチャートである。

即ち、第18図において、送り用サーボモータ69のコントローラ96は、上位コントローラ109の第1の指令出力部110から出力される指令を、入力部97を介して制御演算部99へ入力し、制御演算部99が前記指令及び送り用サーボモータ69の回転検出器55が検出した回転量から、フィードバック制御によりインバータ回路100を駆動し、

25

送り用サーボモータ 69 を運転する。

- また、第 1 のサーボモータ 50 のコントローラ 105 は、上位コントローラ 109 の第 2 の指令出力部 110 a から出力される指令を、入力部 106 を介して制御演算部 107 へ入力し、制御演算部 107 が前
- 5 記指令及び第 1 のサーボモータ 50 の回転検出器 50 c が検出した回転量から、フィードバック制御によりインバータ回路 108 を駆動し、第 1 のサーボモータ 50 を運転する。また、コントローラ 105 のメモリ 112 は、第 2 のサーボモータ 69 の駆動にてチャック爪 42 がワーク 43 を把持したときにおける現在位置を記憶する。
- 10 また、上位コントローラ 109 は、入出力部 103 を介して電磁ブレーキ 46 の励磁、非励磁を制御する。

次に本実施の形態 11 における推力変換装置の動作について第 19 図及び第 20 図を用いて説明する。

- 先ず、ワーク 43 をチャック爪 42 により把持するまでの把持動作を、
- 15 第 19 図のフローチャートを用いて説明する。

- 即ち、第 19 図（左列に送り用サーボモータ 69 の動作、右列に第 1 のサーボモータ 50 の動作を示す）において、まず、上位コントローラ 109 の制御部 111 にて電磁ブレーキ 46 をロックし（ステップ 81）、コントローラ 96、105 にて送り用サーボモータ 69 及び第 1 のサー
- 20 ボモータ 50 をサーボオンする（ステップ 82 a、ステップ 82 b）。なおこのとき、第 1 のサーボモータ 50、送り用サーボモータ 69 及び主軸モータは、未だ指令が入力されていないので、停止した状態にある。

次に上位コントローラ 109 よりコントローラ 96 に指令を入力し、送り用サーボモータ 69 を駆動する。

- 25 この結果、電磁ブレーキ 46 の励磁により結合ナット 62 が拘束状態にあるので、結合ネジ軸 71 を回転させる。結合ナット 62 が電磁ブレ

一キ46により回り止めされているため、結合ナット62は結合ネジ軸71の回転により連れ回りはせず、結合ネジ軸71のみが回転し、この結合ネジ軸71に軸受24を介して接続されている往復回転変換手段5及び回転往復変換手段11を、チャック爪42がワーク43を保持する直前の位置まで位置制御で移動させる（ステップ83a）。

そして、往復回転変換手段5及び回転往復変換手段11を、チャック爪42がワーク43を保持する直前の位置まで移動させた後、送り用サーボモータ69にトルク制限を設定し（ステップ84a）、低速の速度制御（ステップ85a）によりチャック爪42がワーク43を前記設定された圧力で保持し停止するまで、即ち検出器55が零速度を検出するまでコントローラ96より指令を出力し運転する（ステップ86a）。

なお、ステップ85a、86aの所要時間はステップ83aでチャック爪42をワーク把持直前の位置まで移動させているため短時間で実行できる。

15 また、移動手段92の駆動（送り用サーボモータ69の駆動）によるワーク把持を単純な位置制御で実行する場合、ワークサイズにバラツキがあると、例えばワークサイズが設計値より大きいと、チャック爪42を過剰に動作させようとして移動手段92の駆動手段30に高負荷がかかり、逆にワークサイズが小さいと不完全な保持となるが、前記ステップ83a～86aの操作によりワークサイズのバラツキを考慮して素早く、かつチャック爪42をワーク把持位置まで移動させることが出来る。

20 また、上位コントローラ109は、前記ステップ83a～86aの動作時に、コントローラ105に対し、第1のサーボモータ50が送り用サーボモータ69に同期して動作するよう指令を出力し、移動手段92
25 の移動量を指令として第1のサーボモータ50を位置制御運転させる（ステップ83b）。即ち、上位コントローラ109は、検出器55の検

出データを入出力部103を通じて入力し、この入力した検出データを基に移動手段92の移動量を制御部111にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ105へ出力することにより、第1のサーボモータ50を前記指令に従い位置制御運転させる。

- 5 なお、前記ステップ83a～86aの動作時に第1のサーボモータ50を送り用サーボモータ69に追従して動作させるのは、実施の形態2等でも説明したように、結合ネジ軸71に軸受24を介して回転往復変換手段11が接続されており、またこの回転往復変換手段11に第1のナット7と第1のネジ軸6を介して往復回転変換手段5が接続されてお
- 10 り、更に往復回転変換手段5に軸受21を介して往復運動手段68が接続されており、また往復運動手段68の第1のサーボモータ50等が軸方向に移動できず、且つ往復運動部67に往復運動推力伝達板66、フレキシブルカップリング93を介して接続された第3のナット64が、第3のネジ軸65を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているためである。
- 15

- このため、第1のサーボモータ50を送り用サーボモータ69に追従して動作させると、その結合ネジ軸71の移動を第3のナット64と第3のネジ軸65との間で吸収させることができ、回転往復変換手段11、往復回転変換手段5及び往復運動手段68の往復運動部67、第3のナ
- 20 ット64等が、一体となって図の左側方向に、結合ネジ軸71の移動距離とほぼ同じ距離移動する。

- この場合、上位コントローラ109が検出器55の検出データを入出力部103を通じて入力し、この入力した検出データ基に移動手段92の移動量を制御部111にて計算し、この計算したものを指令としてコ
- 25 ントローラ105へ出力される関係上、第1のサーボモータ50が前記指令に従い位置制御運転される関係上、第1のサーボモータ50は送り

用サーボモータ 69 より立ち上がりの分だけ遅れて動作し、この遅れは往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 11 を通じた遅れのみだけ回転往復変換手段 11 の往復動作部分動作量を減少させる。しかし、前記動作量の減少は往復回転変換手段 5 等を通じて微少量となる上、最終的に移動手段 92 が停止すると遅れ分を回復するため動作上無視してよい。

そして送り用サーボモータ 69 (及び第 1 のサーボモータ 50) を運転して回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 等を移動させる第 2 の運転モードによる運転 (第 19 図点線内 118) 後、往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 11 を移動させる移動手段 92 の駆動 (送り用サーボモータ 69 の駆動) は不要となるため、送り用サーボモータ 69 をサーボオフし (ステップ 87a)、送り用サーボモータ 69 のトルク制限を解除する (ステップ 88a)。

一方、上述したとおり、第 1 のサーボモータ 50 及び送り用サーボモータ 69 を運転して回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 68 の往復運動部 67、第 3 のナット 64 等を移動させる運転 (第 2 の運転モード 118) をした後、即ちステップ 86a で検出器 55 が零速度を検出後、コントローラ 105 は、第 1 のサーボモータ 50 の回転トルクを回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 等にて所定の軸方向推力に変換する、所謂第 1 の運転モードで運転する (第 19 図点線枠内 119)。

即ち、上位コントローラ 109 を介してコントローラ 105 へ送信される現在位置 (送り用サーボモータ 69 の駆動によるチャック爪 42 がワーク 43 を所定圧力で把持した位置) をコントローラ 105 内のメモリ 112 に記録位置①として記録し (ステップ 84b)、前記 (1 式) ~ (4 式) で計算されるチャック爪 42 の把持力に所要するトルク制限を設定する (ステップ 85b)。そして速度制御運転により第 1 のサー

ボモータ 50 を運転して (ステップ 86 b)、チャック爪 42 に設定した把持力を発生させる。なお、ステップ 86 b はトルク制御運転でもよい。検出器 50 c が零速度を検出すると (ステップ 87 b)、第 1 のサーボモータ 50 をサーボオフし (ステップ 88 b)、第 1 のサーボモータ 50 のトルク制限を解除する (ステップ 89 b)。そして最後に電磁ブレーキ 46 のロックを解除する (ステップ 90)。

次に第 20 図のフローチャートにてチャック爪 42 を開く動作を説明する。なお、第 20 図において、左列が送り用サーボモータ 69 の動作を、また右列が第 1 のサーボモータ 50 の動作を示す。

10 即ち、先ず電磁ブレーキ 46 をロック (ステップ 91) して結合ナット 62 を拘束した後、第 1 のサーボモータ 50 をサーボオンし (ステップ 92 b)、前記メモリ 112 へ記憶した記録位置①を制御演算部 107 が読出してその記録位置①へ位置制御運転 (前述した把持時とは逆方向にモータ回転軸 50 b を回転させる) する (ステップ 93 b) ことで、チャック爪 42 を緩める。

また送り用サーボモータ 69 もサーボオン (ステップ 92 a) し、送り用サーボモータ 69 を位置制御運転する (ステップ 93 a)。

この結果、結合ナット 62 が電磁ブレーキ 46 に回り止めされているため、結合ネジ軸 71 の回転により連れ回りはせず、結合ネジ軸 71 のみが図の右側方向に回転移動する。

またこの時、結合ネジ軸 71 に軸受 24 を介して回転往復変換手段 11 が接続されており、またこの回転往復変換手段 11 に第 1 のナット 7 と第 1 のネジ軸 6 を介して往復回転変換手段 5 が接続されており、更に往復回転変換手段 5 に軸受 21 を介して往復運動手段 68 が接続されており、また往復運動手段 68 の第 1 のサーボモータ 50 等が軸方向に移動できず、且つ往復運動部 67 に往復運動推力伝達板 66、フレキシブ

- ルカップリング 93 を介して接続された第 3 のナット 64 が、第 3 のネジ軸 65 を回転させない限り軸方向に移動できない構成となっているため、第 1 のサーボモータ 50 を、送り用サーボモータ 69 と同期運転（第 3 のネジ軸 71 が図の右側方向へ移動できる方向に同期運転）させる（ステップ 94 b）。即ち、上位コントローラ 109 が、検出器 55 の検出データを入出力部 103 を通じて入力する。そしてこの入力した検出データを基に移動手段 92 の移動量を制御部 111 にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ 105 へ出力することにより、第 1 のサーボモータ 50 を前記指令に従い位置制御運転させる。
- 10 この結果、第 1 のサーボモータ 50 の運転により第 3 のネジ軸 65 が回転し、その結合ネジ軸 71 の移動を第 3 のナット 64 と第 3 のネジ軸 65 との間で吸収させることができ、回転往復変換手段 11、往復回転変換手段 5 及び往復運動手段 68 の往復運動部 67 等が、一体となって図の右側方向に、結合ネジ軸 71 の移動距離とほぼ同じ距離移動する。
- 15 なおこの時、上述のように、結合ネジ軸 71 を軸受 24 にて回転自在に支承しており、また第 1 のサーボモータ 50 を、駆動手段 70 の送り用サーボモータ 69 と同期運転させて第 3 のネジ軸 65 を回転させ、その結合ネジ軸 71 の移動を第 3 のナット 64 と第 3 のネジ軸 65 との間で吸収させているので、第 1 のナット 7 が回転することなく、負荷側軸
- 20 方向（図の右側方向）へ移動する。回転往復変換手段 11 の移動に伴い、押引棒 23 及びドロバー 91 が負荷側軸方向に移動し、前記動作変換機構 41 により押引棒 23 及びドロバー 91 の軸方向動作をチャック爪 42 の径方向動作に変換して、チャック 44 よりワーク 43 を開放する。
- 25 この場合においても、上位コントローラ 109 が、検出器 55 の検出データを入出力部 103 を通じて入力し、この入力した検出データ基に

- 移動手段 9 2 の移動量を制御部 1 1 1 にて計算し、この計算したものを指令としてコントローラ 1 0 5 へ出力することにより、第 1 のサーボモータ 5 0 が前記指令に従い位置制御運転される関係上、第 1 のサーボモータ 5 0 は送り用サーボモータ 6 9 より立ち上がりの分だけ遅れて動作
- 5 し、この遅れは往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を通じた遅れの分だけ回転往復変換手段 1 1 の往復動作部分動作量を減少させる。しかし、前記動作量の減少は往復回転変換手段 5 等を通じて微少量となる上、最終的に移動手段 9 2 が停止すると遅れ分を回復するため動作上無視できる。
- 10 なお、結合ナット 6 2 は第 2 のリニアガイド 1 4 の作用により押引棒 2 3 に対して回転方向に拘束されており、加工時には主軸モータにて回転駆動される押引棒 2 3 と一緒に回転する。このため、上述したとおりチャック開閉時に結合ナット 6 2 を固定するために設けられた電磁ブレーキ 4 6 は、主軸回転を減速する際に主軸モータの減速力に加えて主軸
- 15 のブレーキとしても利用することができる。
- 次にこの推力変換装置の原点復帰について、第 2 1 図～第 2 3 図を用いて説明する。
- ここで述べる原点復帰とは、コントローラ 9 6、1 0 5 が原点を消失した際に、推力変換装置の第 3 のネジ軸 6 5 および第 3 のナット 6 4、
- 20 第 1 のネジ軸 6 および第 1 のナット 7、第 2 のネジ軸 1 2 および第 2 のナット 1 3 の状態およびサーボモータ 5 0、6 9 の回転位置が一意に定まる状態を作り出し、原点位置を認識させる動作を示す。なお、以下の説明では推力変換装置の出力を押引棒 2 3 の位置で表現する。上述のとおり押引棒 2 3 はドローバー 9 1 と直結しており、またチャック装置に
- 25 組み合わせた場合においてもチャック爪 4 2 とドローバー 9 1、押引棒 2 3 は 1 対 1 に対応するため押引棒 2 3 の位置で推力変換装置の出力を

表現できる。

- 第21図は実施の形態11の推力変換装置を運転した際の各構成部分の動作説明図で、第21図(1)は、(A)の状態から前記第1の運転モード(第1のサーボモータ50のみを単独で駆動する運転モード)で
- 5 第1のサーボモータ50を駆動した後、前記第2の運転モード(送り用サーボモータ69及び第1のサーボモータ50の両モータを駆動し、第1のサーボモータ50を送り用サーボモータ69の駆動分だけ駆動する運転モード)で送り用サーボモータ69及び第1のサーボモータ50を駆動した場合の押し引き棒23の移動量を示し、また第21図(2)は、
- 10 (A)の状態から前記第2の運転モードで送り用サーボモータ69及び第1のサーボモータ50を駆動した後、前記第1の運転モードで第1のサーボモータ50を駆動した場合の押し引き棒23の移動量を示す。また本図では、第21図(1)(A)および(2)(A)の結合ネジ軸71は移動手段が反負荷方向(図左方向)へ限界まで移動した状態となっ
- 15 ており、また、往復運動部67も反負荷方向へ移動した状態となっている。従って、押引棒23は最も引き込まれた状態を示している。

- まず、後述事項の理解のために、第1の運転モードで運転したときのサーボモータ50の回転量と押引棒23の位置との関係、第2の運転モードで運転したときの第1のサーボモータ50、早送り用サーボモータ6
- 20 9の回転量と押引棒23の位置との関係、及び第1の運転モードと第2の運転モードが混在した状態における第1のサーボモータ50の回転量 θ_{50} と早送り用サーボモータ69の回転量 θ_{69} と押引棒23の位置との関係等を説明しておく。

- 即ち、第1の運転モードで運転したときのサーボモータ50の回転量
- 25 と押引棒23の位置との関係については、第21図(1)(A)の状態を基準として、サーボモータ50を θ_{50} だけ回転させるとすると、第21

図(1)(A)の状態を基準とした押引棒23の位置は $\frac{L_1 * L_3}{L_2} \theta_{50}$ と計算できる。

なお、 L_1 は第3のネジ軸65のネジリード長、 L_2 は第1のネジ軸6のネジリード長、 L_3 は第2のネジ軸12のネジリード長である。

- 5 また、第2の運転モードで運転したときの第1のサーボモータ50、早送り用サーボモータ69の回転量と押引棒23の位置との関係については、次のとおりである。

即ち、第2の運転モードでは往復運動部67と移動手段92と押引棒23の移動量は一致し、第1のサーボモータ50の回転量を θ_{50} 、早送り用サーボモータ69の回転量を θ_{69} 、 L_4 を結合ネジ軸のネジリード長とすると、押引棒23の位置は $L_4 \theta_{69}$ または $L_1 \theta_{50}$ となる。

また、第1のサーボモータ50の回転量は $\theta_{50} = \frac{L_4}{L_1} \theta_{69}$ と表される。

- 15 また、第1の運転モードと第2の運転モードが混在した状態における第1のサーボモータ50の回転量 θ_{50} と早送り用サーボモータ69の回転量 θ_{69} と押引棒23の位置との関係については、次のとおりである。

即ち、早送り用サーボモータ69の回転量は全て第2の運転モードによる回転だから、第2の運転モードによる押引棒23の移動量は $L_4 \theta_{69}$ で、第1のサーボモータの回転量は $\frac{L_4}{L_1} \theta_{69}$ となる。

- 20 従って第1の運転モードに寄与する第1のサーボモータ50の回転量は $\theta_{50} - \frac{L_4}{L_1} \theta_{69}$ 、第1の運転モードによる押引棒23の移動量は

$\frac{L_1 * L_3}{L_2} \left[\theta_{50} - \frac{L_4}{L_1} \theta_{69} \right]$ となる。押引棒23の位置は第1の運転モードと第2の運転モードの移動量の和だから

$$L_4 \theta_{69} + \frac{L_1 * L_3}{L_2} \left[\theta_{50} - \frac{L_4}{L_1} \theta_{69} \right] \quad \dots \dots \dots (6 \text{ 式})$$

と計算される。

- 25 次に本推力変換装置を単体で稼働させたときの動作を第21図(1)

(2) により説明する。(A) は上述の通り結合ネジ軸 7 1 が移動手段を反負荷方向 (図左方向) へ限界まで移動させた状態で、往復運動部 6 7 も反負荷方向へ移動した状態となっており、押引棒 2 3 が最も引き込まれた状態を示している。

- 5 第 2 1 図 (1) (A) の状態から第 1 の運転モードで負荷方向へ押引棒 2 3 を移動させる場合を考える。第 2 1 図 (1) (B) は第 2 1 図 (1) (A) から結合ネジ軸 7 1 は移動させず、往復運動部 6 7 を負荷側 (図右方向) へ押し出した状態である。即ち、第 1 の運転モードで負荷方向 (図右方向) へ最大量移動させた状態である。このとき、往復手段 6 7
- 10 は往復回転変換手段 5 及び回転往復変換手段 1 1 を介して押引棒 2 3 を L_2/L_3 倍した移動量だけ押し出している。従って第 2 1 図 (1) (A) とその下段の第 2 1 図 (1) (B) を比較すると往復手段 6 7 の移動量に比較して押引棒 2 3 の移動量は小さくなっている。なお、第 2 1 図 (1) (B) では第 1 のネジ軸 6 が回転往復変換手段 1 1 に当接してそ
- 15 れ以上動作できない状態となっている。機構上の制約による動作範囲限界での回転量を θ_{50E} とすると、第 2 1 図 (1) (B) の押引棒 2 3 の位置は $\frac{L_1 * L_3}{L_2} \theta_{50E}$ と計算できる。

- 第 2 1 図 (1) (B) の状態から第 2 の運転モードで押引棒 2 3 を最大量移動させた状態が第 2 1 図 (1) (C) の状態である。第 2 1 図 (1)
- 20 (B) の状態からの移動量は、早送り用サーボモータ 6 9 の回転量を θ_{69E} とすると $L_4 \theta_{69E}$ となる。第 1 のサーボモータ 5 0 の回転量は前述の θ_{50E} を使って $\theta_{50E} + \frac{L_4}{L_1} \theta_{69E}$ と計算できる。

なお、第 2 1 図 (1) (C) では回転往復変換手段 1 1 が結合ナット 6 2 に当接することにより負荷方向移動の制限となっている。

- 25 次に第 2 の運転モードで第 2 1 図 (2) (A) から押引棒 2 3 を負荷

方向へ移動させた場合について考える。第21図(2)(B)は第21図(2)(A)から結合ネジ軸71を負荷側へ押し出し、かつ往復運動部67を結合ネジ軸71に追従して動作させたもので、第1のネジ軸6、第2のネジ軸12は動作していない。即ち、第2の運転モードで負荷方向(図右方向)の機構上の制約による動作範囲限界へ移動させた状態である。第21図(2)(A)の状態に比較して結合ネジ軸71の移動量だけ押引棒23を押し出しており、本図では往復運動部の移動量が限界に達している。このときの早送り用サーボモータ69の回転量を θ_{69E} とすると第21図(2)(A)からの押引棒23の位置は $L_4\theta_{69E}$ と計算できる。なお、第1のサーボモータ50も同期して運転しており、第1のサーボモータ50の回転量は、

$$\theta_{50} = \frac{L_4\theta_{69E}}{L_1}$$
と計算できる。

前記状態から第1の運転モードで押引棒23を最大量移動させた状態が右列第21図(2)(C)である。第21図(2)(B)から結合ネジ軸71は移動させず、往復運動部67を負荷側(図右方向)へ押し出した状態となっている。このとき、往復回転変換手段5及び回転往復変換手段11を介して押引棒23を L_2/L_3 倍した移動量だけ押し出している。このときのサーボモータ50、69は押引棒23を限界まで負荷方向(図右方向)へ押し出した状態にあり、早送り用サーボモータ69の回転量を θ_{69E} 、第1のサーボモータ50の回転量を θ_{50E} とすると、第21図(2)(A)を基準として

$$\text{押引棒移動量}(D) = L_2\theta_{69E} + \frac{L_1L_3}{L_2} * (\theta_{50E} - \frac{L_4\theta_{69E}}{L_1}) \text{と計算できる。}$$

なお、式中第1項が第2の運転モードによる移動量、第2項が第1の運転モードによる移動量を示す。

第21図の(1)(2)はそれぞれ異なる状態を介して押引棒23を

移動させているが、最終的な第21図(1)(C)および第21図(2)(C)は同一の状態となる。また、前記第21図(1)(A)~(C)、第21図(2)(A)~(C)のいずれの場合も、基準となる(A)からのサーボモータ50、69の回転量は既知だから、推力変換装置が単
5 体で動作している場合は、サーボモータ50、69を機構上の制約による動作範囲限界に達するまで運転すれば、機構上の制約による動作範囲限界到達時に基準位置からのモータ回転量を決定することが出来る。

即ち、第1の運転モード、第2の運転モードを片方ずつ動作限界まで動作させれば原点復帰が完了する。前記基準位置とずれた位置を原点と
10 する場合は、まず第1の運転モード、第2の運転モードを片方ずつ動作限界まで動作させ、次にずれ量を移動させれば原点復帰が完了する。

一方、推力変換装置を機械に取付けた場合を考えると、押引棒23の動作範囲は推力変換装置単体で動作させる場合に比較して小さくなる。

第22図は推力変換装置を機械に取付けてストロークに制限を受ける
15 状態を示している。なお、120は推力変換装置の押引棒23の動作を制限するストッパーをモデル化したものであり、推力変換装置をチャックに応用した場合はワーク把持によるチャック爪(即ち推力変換装置の出力)の動作制限に相当する。また、第22図(A)は推力変換装置単体で押引棒23を引き込んだ状態、即ち、第22図(1)(A)または
20 (2)(A)と同様の状態を示し、本位置を基準として説明する。

第22図(B)は原点復帰前の機械の状態を示す。第22図(C)は第22図(B)の状態から第2の運転モードで押引棒23を反負荷方向(図左方向)へ移動させ機械のストッパー120に衝突させた状態である。第22図(A)を基準とした第22図(C)の押引棒23の位置(第
25 22図中のD)は、機械と推力変換装置の相対的な位置関係で決まり変動しないので、原点位置を消失していても第22図(C)における押引

棒 2 3 の位置を決定出来る。しかし、本推力変換装置ではサーボモータを 2 個使用するので推力変換装置の内部状態、即ち第 1 のネジ軸 6、第 2 のネジ軸 1 2、及び往復運動部 6 7 の状態を一意に定めることは出来ない。例えば第 2 2 図 (C) の例では、押引棒 2 3 の移動量は D で既知
5 だが、押引棒 2 3 とサーボモータ 5 0、6 9 の回転量の関係は

$$\text{押引棒移動量 } D = L_2 \theta_{69} + \frac{L_1 L_3}{L_2} * (\theta_{50} - \frac{L_4 \theta_{69}}{L_1}) \text{ と計算できる。}$$

上式において、サーボモータ 5 0、6 9 とともに推力変換装置単体での動作範囲限界位置まで回転しているわけではないので、押引棒 2 3 の位置は機械的な拘束位置で停止して既知でも θ_{50} 、 θ_{69} は一意に定まらない。

10 そこで、第 1 の運転モードで押引棒 2 3 を負荷方向 (図右方向) へ押し出しつつ、第 2 の運転モードで押引棒 2 3 をその反対の反負荷方向 (図左方向) へ引き込む。第 1 の運転モードに比較して第 2 の運転モードは押引棒 2 3 の移動速度が速いため、一時的に第 2 2 図 (C) の状態になる場合もあるが、第 1 の運転モードにより押引棒 2 3 が負荷方向へ押し
15 出されるため、第 1 の運転モードによる移動量だけ第 2 の運転モードによる移動を継続することができ、最終的に第 2 2 図 (D) の状態となる。第 2 2 図 (D) は第 1 の運転モードは第 2 のネジ軸が機構上の制約による動作範囲限界に達しており、かつ機械のストッパーにより押引棒 2 3 が拘束された状態である。即ち、

20

$$\begin{cases} D = L_2 \theta_{69} + \frac{L_1 L_3}{L_2} * (\theta_{50} - \frac{L_4 \theta_{69}}{L_1}) \\ D' = L_3 * (\theta_{50} - \frac{L_4 \theta_{69}}{L_1}) \end{cases} \dots \dots (7 \text{ 式})$$

と計算できる。

なお、上式中、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 D 、 D' は既知だから、押引棒 2 3
25 の位置と第 2 2 図 (A) を基準とした時の各サーボモータ 5 0、6 9 の

回転量を求める方程式を得ることができる。

さらに、第22図(A)からの原点位置を、サーボモータ50の回転角 θ_{50} 、サーボモータ69の回転角 θ_{69} とすると、第22図(D)の状態から(6式)で計算した θ_{50} 、 θ_{69E} を使ってサーボモータ50を $\theta_{50} - \theta_{50}$ 回転、サーボモータ69を $\theta_{69} - \theta_{69E}$ 回転させれば原点復帰が完了する。

以上の手法により原点復帰を実施するときのフローチャートを第23図に示す。なお、第23図の左列にサーボモータ50の動作を、右列に早送り用サーボモータ69の動作を示す。

まず、電磁ブレーキ46をロックし(ステップ101)、サーボモータ50、69をサーボオンする(ステップ102a、102b)。サーボモータ50、69にトルク制限を設定(ステップ103a、103b)して低速の速度制御運転する(ステップ104a、104b)。但し、速度設定は前記6式の第1項時間微分と前記6式の第2項時間微分値の符号が逆になるように設定する。これは、第1の運転モードによる押引棒23の運転方向と第2の運転モードによる押引棒23の運転方向が逆方向を向くことを示す。サーボモータ50、69の回転検出器50c、55が双方共零速度を検出し(ステップ105)、サーボモータ50、69の位置を確定後、サーボモータ50、69を原点へ移動し(ステップ106a、106b)、最後に電磁ブレーキ46を解除する(ステップ107)。

以上のように、この発明によれば、往復運動手段と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段と同一軸線上に位置し、前記往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を受ける反力受け手段と、前記往復回転変換手段及び回転往復

変換手段を、前記往復運動手段の往復運動による駆動力とは別個に軸線方向に移動させる移動手段とを備える構成としたので、任意の位置までは前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を回転させることなく、またはほとんど回転させることなく移動させることができ、即ち、往復
5 運動手段に与えた推力を増幅あるいは縮小せずに、またはほとんど増幅あるいは縮小せずに負荷側に作用させることができる。

このため、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を任意の位置に移動させた以降は、往復運動手段に与えた推力を増幅あるいは縮小して負荷側に作用させることができ、よって推力変換部の長さ寸法が必要
10 なストロークの割合に対して短縮できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、前記移動手段にて前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる際、前記往復運動手段の部分でその移動量を吸収させるように構成したので、前記往復回転変換手段及び回転往
15 復変換手段を移動させる際、往復運動手段まで一緒に移動させる必要がなく、よって前記効果に加え、往復運動手段を前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段と一緒に移動させる構成が不要となり、その部分の推力変換装置の構成が複雑化しない。

またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1の
20 ネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段とを有するものとしたので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができ、また加工が容易で安価にできる。しかも
25 ネジはリードの決定が自由にできるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け続けることができる。

またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の両方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、

5 前記駆動手段の駆動力を、前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジが異なる回転数で回転するよう伝達する、歯車から構成される回転伝達手段とを有するものとしたので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。

しかもネジはリードの決定が自由に行うことができるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け続けることができる。

10

また、駆動手段の駆動力を簡単且つ容易に結合手段に伝達することができ、またその伝達の切離しも簡単にできるようになり、しかも第1のネジ及び第2のネジの相対回転数を、歯数を変えるだけで簡単に所望の回転数に設定できるようになる。

15 またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、前記駆動手段の駆動力を前記結合手段に伝達するとともに、

20 その伝達を切離す伝達／切離し手段を有するものとしたので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。しかもネジはリードの決定が自由に行うことができるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け続けることができる。

25 また、駆動手段の駆動力を簡単且つ容易に結合手段に伝達することができ、またその伝達の切離しも容易に行うことができるようになる。よ

って、例えば、本推力変換装置をチャック装置に適用したとき、加工時に主軸の回転が駆動手段に伝達することがなくなり、ひいては主軸の高速回転化、駆動手段の長寿命化等を図ることができる。

- またこの発明によれば、前記移動手段を、回転軸に送りネジを有する
- 5 モータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し回転軸の回転に伴って軸方向に移動するとともに、所定位置で停止して回転する移動軸と、前記移動軸に設けられた第1の駆動歯車と、前記移動軸に、前記第1の駆動歯車と所定の間隔を介して設けられた第2の駆動歯車と、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段
- 10 段の第1のネジに設けられ、前記第1の駆動歯車と噛み合う第1の従動歯車と、前記結合手段の第2のネジに設けられ、前記第2の駆動歯車と噛み合うとともに、前記第1の従動歯車とは歯数が異なる第2の従動歯車とを有するものとし、前記モータを駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が同時に噛み合う位置まで前記移動
- 15 軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止させるとともにこの移動軸を回転駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車を介して前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジを差動で回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるとともに、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定の位置
- 20 に移動したとき、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が噛み合わない位置まで前記移動軸を移動させるように構成したので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。しかもネジはリードの決定が自由にできるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されて
- 25 ても緩むことなく反力を受け続けることができる。

また、第1のネジ及び第2のネジの駆動を、1個の駆動手段を使用し

てできるようになり、安価な推力変換装置を得ることができる。

また、歯車結合のため、容易にニュートラルにでき、従動歯車に負荷がかかっても、モータに負荷が加わらず、信頼性が増す。

またこの発明によれば、前記移動手段を、回転軸に送りネジを有する
5 モータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し前記回転軸の回転に伴って
軸方向に移動するとともに、所定位置で停止して回転する移動軸と、前
記移動軸に設けられた駆動歯車と、第1のネジ及びこの第1のネジに螺
合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジに設
けられ、前記駆動歯車と噛み合う従動歯車と、前記結合手段の第2のネ
10 ジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有するものとし、前記モ
ータを駆動して、前記駆動歯車と従動歯車とが噛み合う位置まで前記移動
軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止させるとともに前記回り止
め手段にて前記第2のネジを回り止めし且つ前記移動軸を回転駆動して、
前記駆動歯車と従動歯車を介して前記結合手段の第1のネジを回転駆動
15 し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動
させるとともに、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定の
位置に移動したとき、前記駆動歯車と従動歯車が噛み合わない位置まで
前記移動軸を移動させるように構成したので、前記往復回転変換手段及
び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させ
20 ることができる。しかもネジはリードの決定が自由にできるため負の効
率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け続
けることができる。

また、第1のネジの駆動を行うだけで足りるので、構造が簡単となる。

また、歯車結合のため、容易にニュートラルにでき、従動歯車に負荷
25 がかかってもモータに負荷が加わらず、しかも歯車結合が一ヶ所のみで
あるので、信頼性が増す。

またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを回転子とするモータと、前記結合手段の第2のネジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有するものとし、前記回り止め手段にて前記結合手段の第2のネジを回り止めした状態で、前記モータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。しかもネジはリードの決定が自由にできるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け続けることができる。

また、第1のネジを駆動手段であるモータの回転子としているので、部品点数が減り、信頼性がより高くなり、組立時間も減少し、コスト減となる。

また、第1のネジを非接触で駆動しており、摩耗部分がないので移動手段が長寿命となる。

またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを回転子とする第1のモータと、前記結合手段の第2のネジを回転子とする第2のモータとを有するものとし、前記第2のモータの励磁により結合手段の第2のネジを回り止めした状態で、前記第1のモータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。しかもネジはリードの決定が自由にできるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されて

も緩むことなく反力を受け続けることができる。また、第2のネジをサーボロックにより回転を非接触で拘束するため、摩耗粉などが発生せず信頼性が向上する。更にまた、第1のネジを非接触で駆動しており、摩耗部分がないので移動手段が長寿命となる。

- 5 またこの発明によれば、前記移動手段を、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを第1の回転子とするとともに、前記結合手段の第2のネジを第2の回転子とし、且つ前記第1の回転子と第2の回転子の極数が異なるモータとを有するものとし、前記モータを駆動して前記結合手段の第1、
- 10 第2のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるように構成したので、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、ネジを回転させるだけで簡単に任意に移動させることができる。しかもネジはリードの決定が自由にできるため負の効率に設定でき、ひいては反力が付加されても緩むことなく反力を受け
- 15 続けることができる。

- また、第2のネジを拘束するための電磁ブレーキや、別のモータが不要となり、より安価のものとなる。また、電磁ブレーキを使用しなくてもよいので、摩耗粉などが発生せず、信頼性が向上する。更にまた、第1のネジを非接触で駆動しており、摩耗部分がないので移動手段が長寿
- 20 命となる。

- またこの発明によれば、往復運動手段を、モータと、このモータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとしたので、油圧や空圧装置を往復運動部として使用するより、メンテナンスが不要となりランニングコストが低減できる。

- 25 また、負荷側端に出力する推力を無段階に容易に制御でき、応答性のよい推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、往復運動手段を、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、前記往復回転変換手段の軸線に対し、同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、前記モータの回転駆動力を
5 前記モータ回転往復変換手段に伝達するモータ回転伝達手段とを有するものとしたので、油圧や空圧装置を往復運動部として使用するより、メンテナンスが不要となりランニングコストが低減でき、また負荷側端に出力する推力を無段階に容易に制御でき、応答性のよい推力変換装置を得ることができ、しかも推力変換装置の全長寸法を更に短くできる。

10 またこの発明によれば、往復運動手段を、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、このモータの回転軸の軸線と同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、このモータ回転往復変換手段の軸方向推力を前記往復回転変換手段に伝達する推力伝達手段とを有するもの
15 としたので、油圧や空圧装置を往復運動部として使用するより、メンテナンスが不要となりランニングコストが低減でき、また負荷側端に出力する推力を無段階に容易に制御でき、応答性のよい推力変換装置を得ることができ、しかも推力変換装置の全長寸法を更に短くできる。

またこの発明によれば、前記モータ回転往復変換手段を、前記モータ
20 の回転軸に設けられたネジとこのネジに螺合するナットとを有するものとし、前記推力伝達手段を、前記往復回転変換手段を回転自在に支承する軸受を支持する往復運動部と、この往復運動部と前記ナットとを連結する推力伝達板とを有するものとしたので、油圧や空圧装置を往復運動部として使用するより、メンテナンスが不要となりランニングコストが
25 低減でき、また負荷側端に出力する推力を無段階に容易に制御でき、応答性のよい推力変換装置を得ることができ、しかも推力変換装置の全長

寸法を更に短くできる。

またこの発明によれば、前記推力伝達板を、フレキシブル継手を介して前記ナットと連結したので、異軸間のこじれをなくし、ナット等をスムーズに動かすことができる。

- 5 また、推力伝達板や往復回転変換手段の自重をフレキシブル継手にて支え、ナットにそれらの力が加わらないようにできるので、ナット及びネジ軸の寿命が向上し、信頼性が増す。

- 10 またこの発明によれば、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承したので、駆動手段が結合手段を回転させても、往復回転変換手段は回転せずに往復運動のみできる。また、駆動手段は往復回転変換手段を回転させずにすみ、負荷が軽く、よって駆動手段として小さな駆動力のもので構成できる。

- 15 またこの発明によれば、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承するとともに、前記結合手段の他方のネジを、前記反力受け手段の一部に対し回転自在に支承したので、駆動手段が結合手段を回転させても、往復回転変換手段は回転せずに往復運動のみできる。また、駆動手段は往復回転変換手段を回転させずにすみ、負荷が軽く、よって駆動手段として小さな駆動力のもので構成できる。

- 20 また、第8図や第9図に示す、非接触で第2のネジを拘束するタイプの推力変換装置を旋盤のチャック装置に使用した時、旋盤主軸が回転中でも移動手段を動作させて往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、チャックを開放することが可能なため、旋盤主軸を停止することなく、ワークの交換、バー材送りなどが容易にできる。

- 25 またこの発明によれば、前記回り止め手段を、電磁ブレーキより構成するとともに、前記結合手段の回り止めされるネジの一部をブレーキ板としたので、部品点数が減り、コスト減となる。

またこの発明によれば、前記回り止め手段を電磁ブレーキより構成するとともに、この電磁ブレーキにて回転が阻止される前記第2のネジを外部の駆動手段と連結するように構成したので、主軸モータ等の外部の駆動手段を減速・停止させる場合、前記電磁ブレーキにより第2のネジを
5 回転方向に拘束することで、主軸モータ等の外部の駆動手段を速やかに減速・停止させることができる。

またこの発明によれば、所定位置までは前記移動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、この往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定位置に到達後は、前記往復運動手段
10 の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転するように制御するので、往復回転変換手段及び回転往復変換手段を速やかに所定位置まで移動できるとともに、往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定位置まで移動させた後は回転往復変換手段の出力部に任意の推力を発生させることが出来
15 る。よって所定位置で回転往復変換手段の出力部に任意の推力を発生させるための動作が迅速なものとなる。

またこの発明によれば、移動手段を停止した状態で往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第1の運転モードと、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転
20 モードとにより運転し、且つ推力発生時に往復運動手段及び移動手段の少なくとも一方の駆動力を制限するよう制御するので、往復回転変換手段及び回転往復変換手段を速やかに所定位置まで移動できるとともに、往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定位置まで移動させた後は回
25 転往復変換手段の出力部に任意の推力を発生させることが出来る。よって所定位置で回転往復変換手段の出力部に任意の推力を発生させるため

の動作が迅速なものとなる。

またこの発明によれば、前記駆動歯車と前記従動歯車を噛み合わせる際に、駆動歯車及び従動歯車の歯の位置をセンサで検出し、この検出したセンサの検出信号に基づいて歯車を噛み合わせ可能な角度に回転させるよう制御するので、スムーズに歯車を噛み合わせることが出来る。

またこの発明によれば、歯車噛み合わせ状態から分離状態へ移行したときにおける歯車角度を記憶するとともに、歯車分離状態時には第1、第2の駆動歯車の回転を停止させるようにし、且つ前記第1、第2の駆動歯車及び第1、第2の従動歯車を分離状態から噛み合わせるとき、前記第1、第2の従動歯車を前記記憶しておいた歯車角度へ回転させるよう制御するので、簡単な制御をもって2組の歯車を同時にスムーズに噛み合わせることが出来る。

またこの発明によれば、移動手段の駆動方向と回転往復変換手段の往復運動部分の駆動方向が逆方向に動作するよう運転し、機械のストッパ一、もしくは推力変換装置の機構上の制約による動作範囲限界に到達した位置を基準に原点復帰させるように制御するので、原点復帰を自動的に実施することが出来る。

またこの発明によれば、上位コントローラと、移動手段を制御する第1のコントローラと、往復運動手段を制御する第2のコントローラとを備え、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モード時には、前記第1のコントローラが、前記上位コントローラからの指令に基づいて移動手段を制御するとともに移動手段の移動量に基づく指令を前記第2のコントローラに出力し、且つ前記第2のコントローラが第1のコントローラからの移動手段の移動量に基づく指令にて往復運動手段を制御し、移動手段を停止した状態で往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して

回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第 1 の運転モード時には、前記第 2 のコントローラが、前記上位コントローラより出力され前記第 1 のコントローラを介して入力される指令に基づいて往復運動手段を制御するように構成したので、上位コントローラは推力変換装置を 1 つの
5 駆動源として捕らえ、信号処理負荷や出力部、配線等を減少させる事ができる。

産業上の利用可能性

この発明に係る推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置は、プレス加工装置や、旋盤のチャック装置に適用できる。
10 またその他、減速機を必要とする機器にも適用できる。

請 求 の 範 囲

1. 往復運動手段と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段と同一軸線上に位置し、前記往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を受ける反力受け手段と、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を、前記往復運動手段の往復運動による駆動力とは別個に軸線方向に移動させる移動手段とを備えてなる推力変換装置。
2. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段にて前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる際、前記往復運動手段の部分でその移動量を吸収させることを特徴とする推力変換装置。
3. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段とを有するものであることを特徴とする推力変換装置。
4. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の両方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、前記駆動手段の駆動力を、前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジが異なる回転数で回転するよう伝達する、歯車から構成される回転伝達手段とを有するものであることを特徴とする推

力変換装置。

5. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の少なくとも一方を回転駆動することにより、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる駆動手段と、この駆動手段と結合手段との間に介在され、前記駆動手段の駆動力を前記結合手段に伝達するとともに、その伝達を切離す伝達／切離し手段を有するものであることを特徴とする推力変換装置。

6. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、
10 回転軸に送りネジを有するモータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し回転軸の回転に伴って軸方向に移動するとともに、所定位置で停止して回転する移動軸と、前記移動軸に設けられた第1の駆動歯車と、前記移動軸に、前記第1の駆動歯車と所定の間隔を介して設けられた第2の駆動歯車と、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジに設けられ、前記第1の駆動歯車と噛み合う第1の従動歯車と、前記結合手段の第2のネジに設けられ、前記第2の駆動歯車と噛み合うとともに、前記第1の従動歯車とは歯数が異なる第2の従動歯車とを有するものであり、前記モータを駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が同時に噛み合う位置まで前記移動軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止させるとともにこの移動軸を回転駆動して、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車を介して前記結合手段の第1のネジ及び第2のネジを差動で回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させるとともに、前記往復回転変換手段及び
20 回転往復変換手段が所定の位置に移動したとき、前記第1、第2の駆動歯車と第1、第2の従動歯車との両方が噛み合わない位置まで前記移動

軸を移動させることを特徴とする推力変換装置。

7. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、
回転軸に送りネジを有するモータと、前記回転軸の送りネジ部に螺合し
前記回転軸の回転に伴って軸方向に移動するとともに、所定位置で停止
5 して回転する移動軸と、前記移動軸に設けられた駆動歯車と、第1のネ
ジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この
結合手段の第1のネジに設けられ、前記駆動歯車と噛み合う従動歯車と、
前記結合手段の第2のネジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有
するものであり、前記モータを駆動して、前記駆動歯車と従動歯車とが
10 噛み合う位置まで前記移動軸を移動させ、この位置で前記移動軸を停止
させるとともに前記回り止め手段にて前記第2のネジを回り止めし且つ
前記移動軸を回転駆動して、前記駆動歯車と従動歯車を介して前記結合
手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変
換手段を所定の位置まで移動させるとともに、前記往復回転変換手段及
15 び回転往復変換手段が所定の位置に移動したとき、前記駆動歯車と従動
歯車が噛み合わない位置まで前記移動軸を移動させることを特徴とする
推力変換装置。

8. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、
第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段
20 と、この結合手段の第1のネジを回転子とするモータと、前記結合手段
の第2のネジを所望時に回り止めする回り止め手段とを有するものであ
り、前記回り止め手段にて前記結合手段の第2のネジを回り止めした状
態で、前記モータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、
前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させ
25 ることを特徴とする推力変換装置。

9. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、

第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを回転子とする第1のモータと、前記結合手段の第2のネジを回転子とする第2のモータとを有するものであり、前記第2のモータの励磁により結合手段の第2のネジを回り止めした状態

5 態で、前記第1のモータを駆動して前記結合手段の第1のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させることを特徴とする推力変換装置。

10 10. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置において、前記移動手段は、第1のネジ及びこの第1のネジに螺合する第2のネジを有する結合手段と、この結合手段の第1のネジを第1の回転子とするとともに、前記結合手段の第2のネジを第2の回転子とし、且つ前記第1の回転子と第2の回転子の極数が異なるモータとを有するものであり、前記モータを駆動して前記結合手段の第1、第2のネジを回転駆動し、前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を所定の位置まで移動させることを特

15 徴とする推力変換装置。

11. 請求の範囲第1項～第10項の何れかに記載の推力変換装置において、往復運動手段は、モータと、このモータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものであることを特徴とする推力変換装置。

20 12. 請求の範囲第1項～第10項の何れかに記載の推力変換装置において、往復運動手段は、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、前記往復回転変換手段の軸線に対し、同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、前記モータの回転駆動力を前記モータ回転往復

25 変換手段に伝達するモータ回転伝達手段とを有するものであることを特徴とする推力変換装置。

1 3. 請求の範囲第1項～第10項の何れかに記載の推力変換装置において、往復運動手段は、前記往復回転変換手段の軸線に対し、異軸上に配置されているモータと、このモータの回転軸の軸線と同軸上に配置され、前記モータの回転軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、このモータ回転往復変換手段の軸方向推力を前記往復回転変換手段に伝達する推力伝達手段とを有するものであることを特徴とする推力変換装置。

1 4. 請求の範囲第13項に記載の推力変換装置において、前記モータ回転往復変換手段は、前記モータの回転軸に設けられたネジとこのネジに螺合するナットとを有し、前記推力伝達手段は、前記往復回転変換手段を回転自在に支承する軸受を支持する往復運動部と、この往復運動部と前記ナットとを連結する推力伝達板とを有するものであることを特徴とする推力変換装置。

1 5. 請求の範囲第14項に記載の推力変換装置において、前記推力伝達板は、フレキシブル継手を介して前記ナットと連結されていることを特徴とする推力変換装置。

1 6. 請求の範囲第3項～第13項の何れかに記載の推力変換装置において、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承したことを特徴とする推力変換装置。

20 1 7. 請求の範囲第3項～第13項の何れかに記載の推力変換装置において、前記結合手段の一方のネジを、前記往復回転変換手段に対し回転自在に支承するとともに、前記結合手段の他方のネジを、前記反力受け手段の一部に対し回転自在に支承したことを特徴とする推力変換装置。

25 1 8. 請求の範囲第7項または第8項に記載の推力変換装置において、前記回り止め手段は、電磁ブレーキより構成されているとともに、前記結合手段の回り止めされるネジの一部をブレーキ板としたことを特徴と

する推力変換装置。

19. 請求の範囲第7項または第8項に記載の推力変換装置において、前記回り止め手段が、電磁ブレーキより構成されているとともに、この電磁ブレーキにて回転が阻止される前記第2のネジが、外部の駆動手段
5 と連結されていることを特徴とする推力変換装置。

20. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置を制御する制御方法において、所定位置までは前記移動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、この往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定位置に到達後は、前記往復運動手段の駆動により前記往
10 復回転変換手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転することを特徴とする推力変換装置の制御方法。

21. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置を制御する制御方法において、移動手段を停止した状態で、往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部
15 分を運転する第1の運転モードと、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モードとにより運転し、且つ推力発生時に往復運動手段及び移動手段の少なくとも一方の駆動力を制限することを特徴とする推力変換装置の制御方法。

22. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置を制御する制御装置において、所定位置までは前記移動手段の駆動により前記往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させ、この往復回転変換手段及び回転往復変換手段が所定位置に到達後は、前記往復運動手段の駆動により前記往
20 復回転変換手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する手段を備えてなる推力変換装置の制御装置。

23. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置を制御する制御装置において、移動手段を停止した状態で、往復運動手段の駆動により往復運動

回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第1の運転モードと、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モードとにより運転し、且つ推力発生時に往復運動手段及び移動手段の少なくとも一方の駆動力を制限する手段を備えてなる推力変換装置の制御装置。

24. 請求の範囲第6項または第7項に記載の推力変換装置を制御する方法において、前記駆動歯車と前記従動歯車を噛み合わせる際に、駆動歯車及び従動歯車の歯の位置をセンサで検出し、この検出したセンサの検出信号に基づいて歯車を噛み合わせ可能な角度に回転させることを特徴とする推力変換装置の制御方法。

25. 請求の範囲第6項または第7項に記載の推力変換装置を制御する制御装置において、駆動歯車及び従動歯車の歯の位置を検出するセンサと、前記駆動歯車と前記従動歯車を噛み合わせる際に、前記センサの検出信号に基づいて歯車を噛み合わせ可能な角度に回転させる手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。

26. 請求の範囲第6項に記載の推力変換装置を制御する制御方法において、歯車噛み合わせ状態から分離状態へ移行したときにおける歯車角度を記憶するとともに、歯車分離状態時には第1、第2の駆動歯車の回転を停止させるようにし、且つ前記第1、第2の駆動歯車及び第1、第2の従動歯車を分離状態から噛み合わせるとき、前記第1、第2の従動歯車を前記記憶しておいた歯車角度へ回転させることを特徴とする推力変換装置の制御方法。

27. 請求の範囲第6項に記載の推力変換装置を制御する制御装置において、歯車噛み合わせ状態から分離状態へ移行したときにおける歯車角度を記憶する記憶手段と、歯車分離状態時には第1、第2の駆動歯車の回転を停止させる手段と、第1、第2の駆動歯車及び第1、第2の従動歯車

を分離状態から噛み合わせるとき、前記記憶手段に記憶させておいた歯車角度を讀出し、この歯車角度へ第1、第2の従動歯車を回転させる手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。

28. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置の制御方法において、移動手段の駆動方向と回転往復変換手段の往復運動部分の駆動方向が逆方向に動作するよう運転し、機械のストッパー、もしくは推力変換装置の機構上の制約による動作範囲限界に到達した位置を基準に原点復帰させることを特徴とする推力変換装置の制御方法。

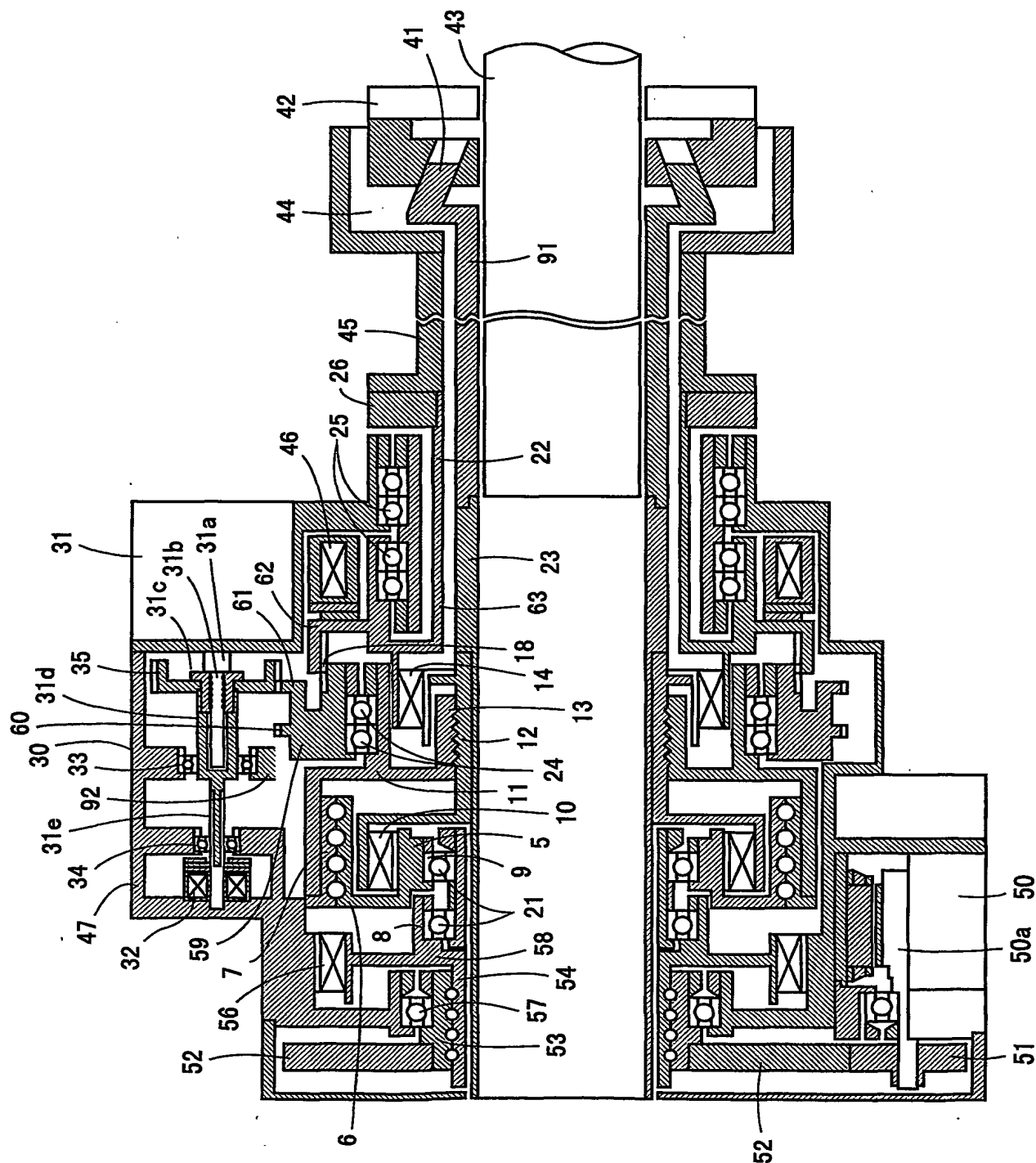
29. 請求の範囲第1項に記載の推力変換装置の制御装置において、移動手段の駆動方向と回転往復変換手段の往復運動部分の駆動方向が逆方向に動作するよう運転し、機械のストッパー、もしくは推力変換装置の機構上の制約による動作範囲限界に到達した位置を基準に原点復帰させる手段を備えてなる推力変換装置の制御装置。

30. 請求項1に記載の推力変換装置を制御する制御装置において、上位コントローラと、移動手段を制御する第1のコントローラと、往復運動手段を制御する第2のコントローラとを備え、移動手段の駆動により往復回転変換手段及び回転往復変換手段を移動させる第2の運転モード時には、前記第1のコントローラが、前記上位コントローラからの指令に基づいて移動手段を制御するとともに移動手段の移動量に基づく指令を前記第2のコントローラに出力し、且つ前記第2のコントローラが第1のコントローラからの移動手段の移動量に基づく指令にて往復運動手段を制御し、移動手段を停止した状態で往復運動手段の駆動により往復運動回転手段及び回転往復変換手段を介して回転往復変換手段の往復運動部分を運転する第1の運転モード時には、前記第2のコントローラが、前記上位コントローラより出力され前記第1のコントローラを介して入力される指令に基づいて往復運動手段を制御することを特徴とする推力変

換装置の制御装置。

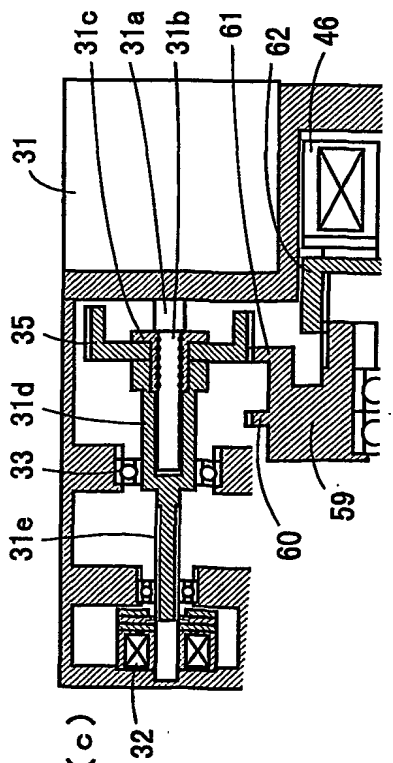
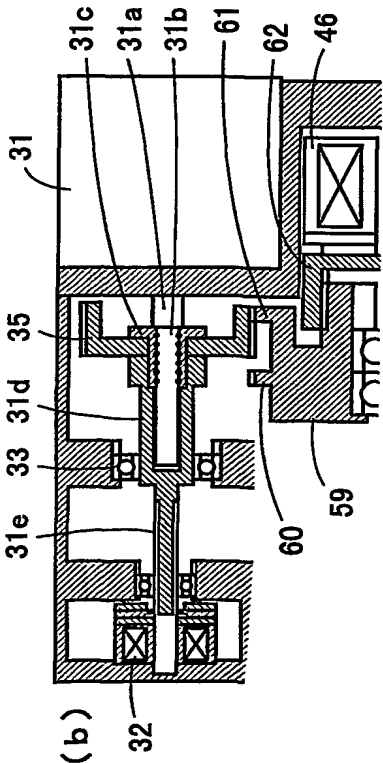
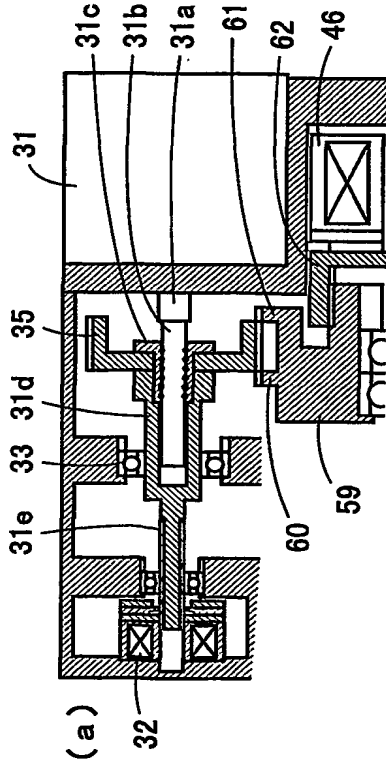
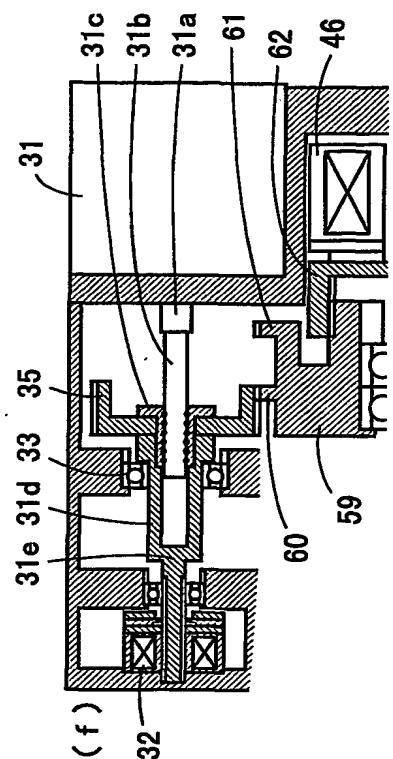
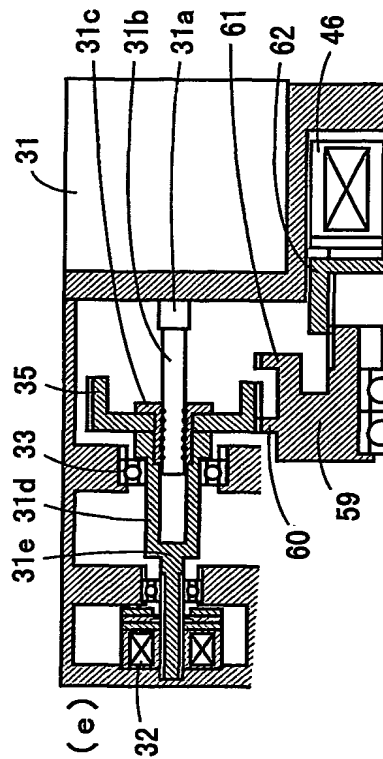
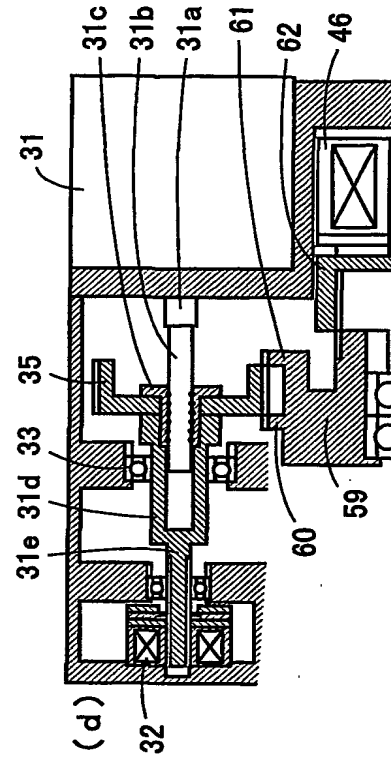


第1図



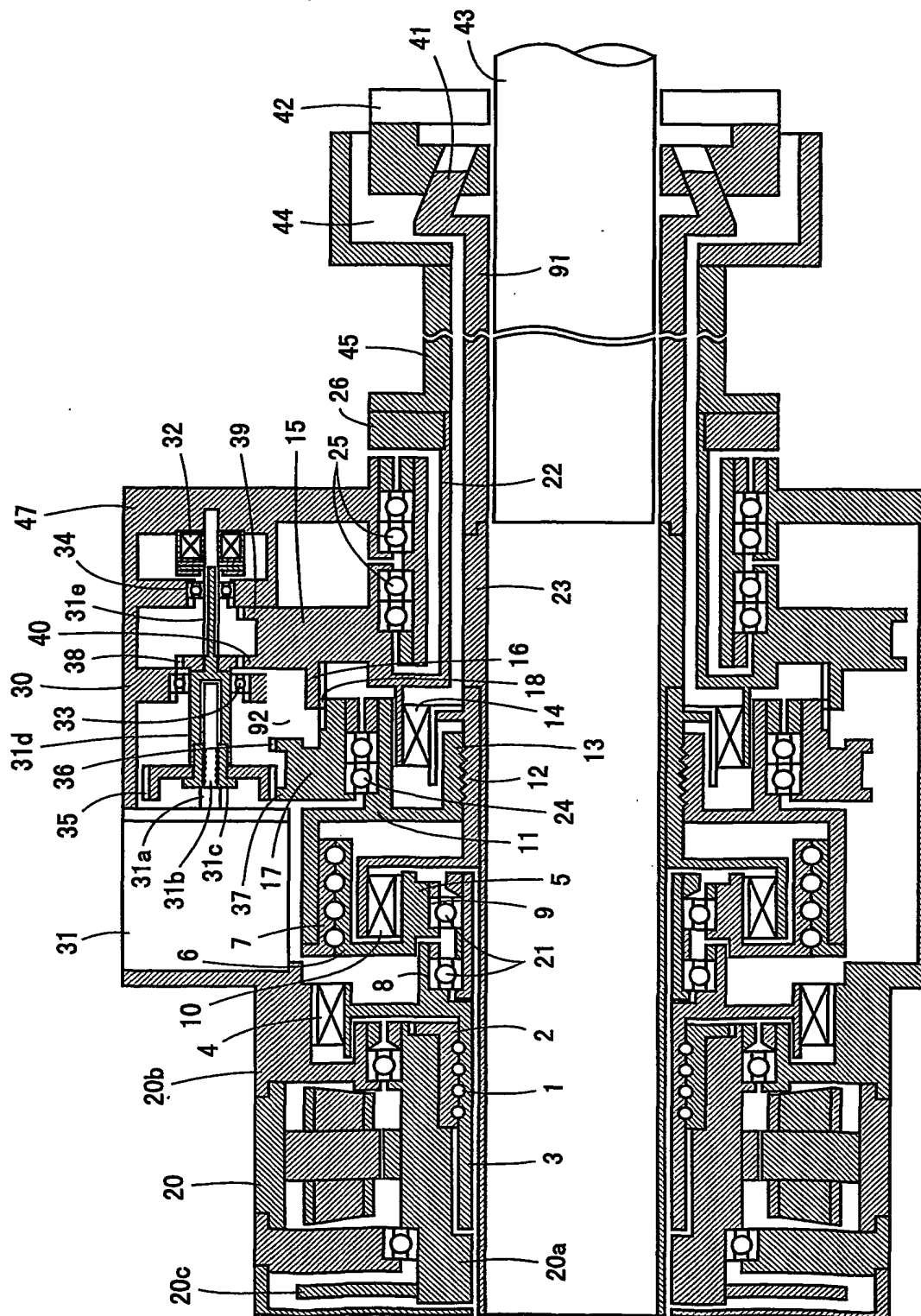


第2図



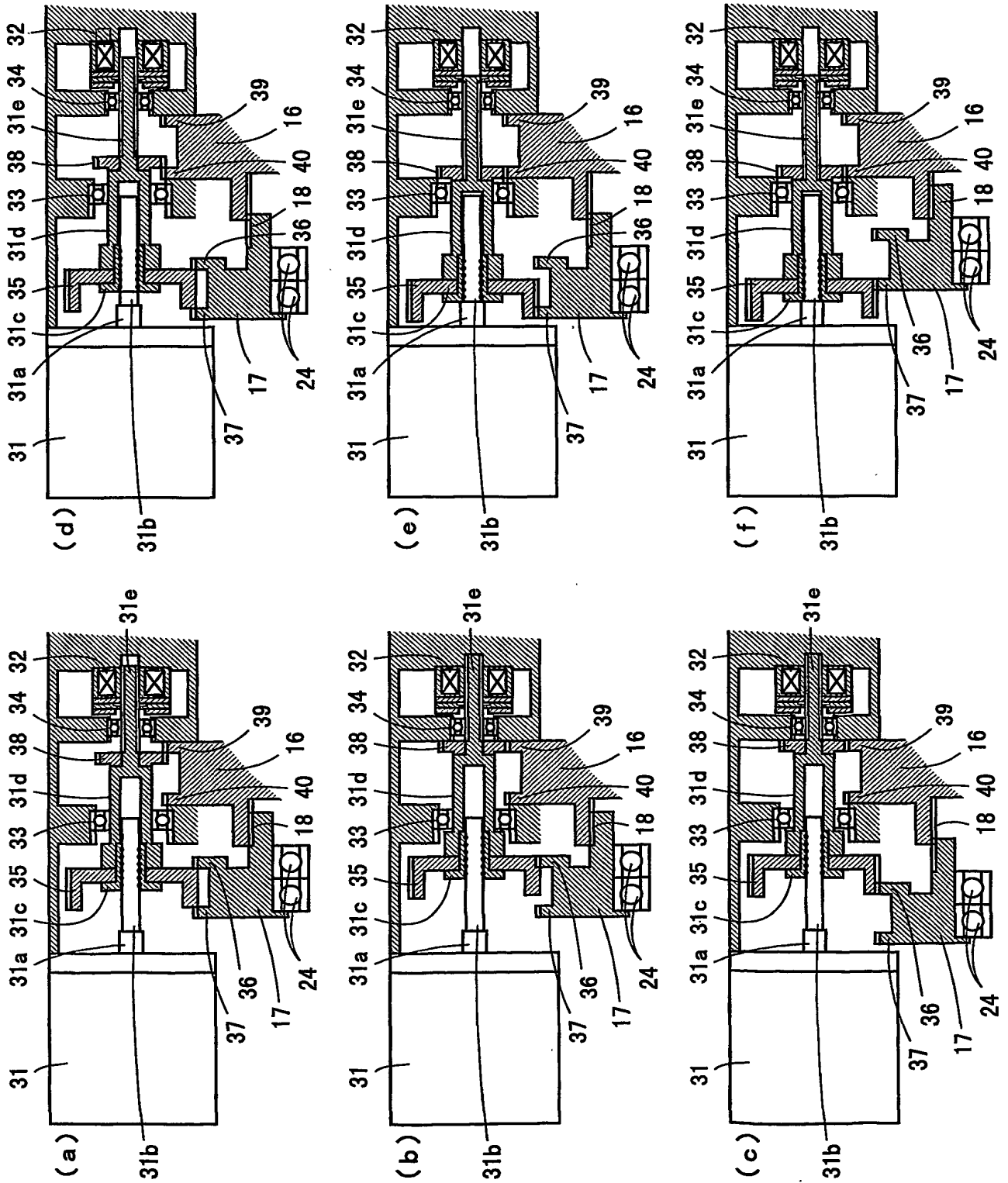


第3図



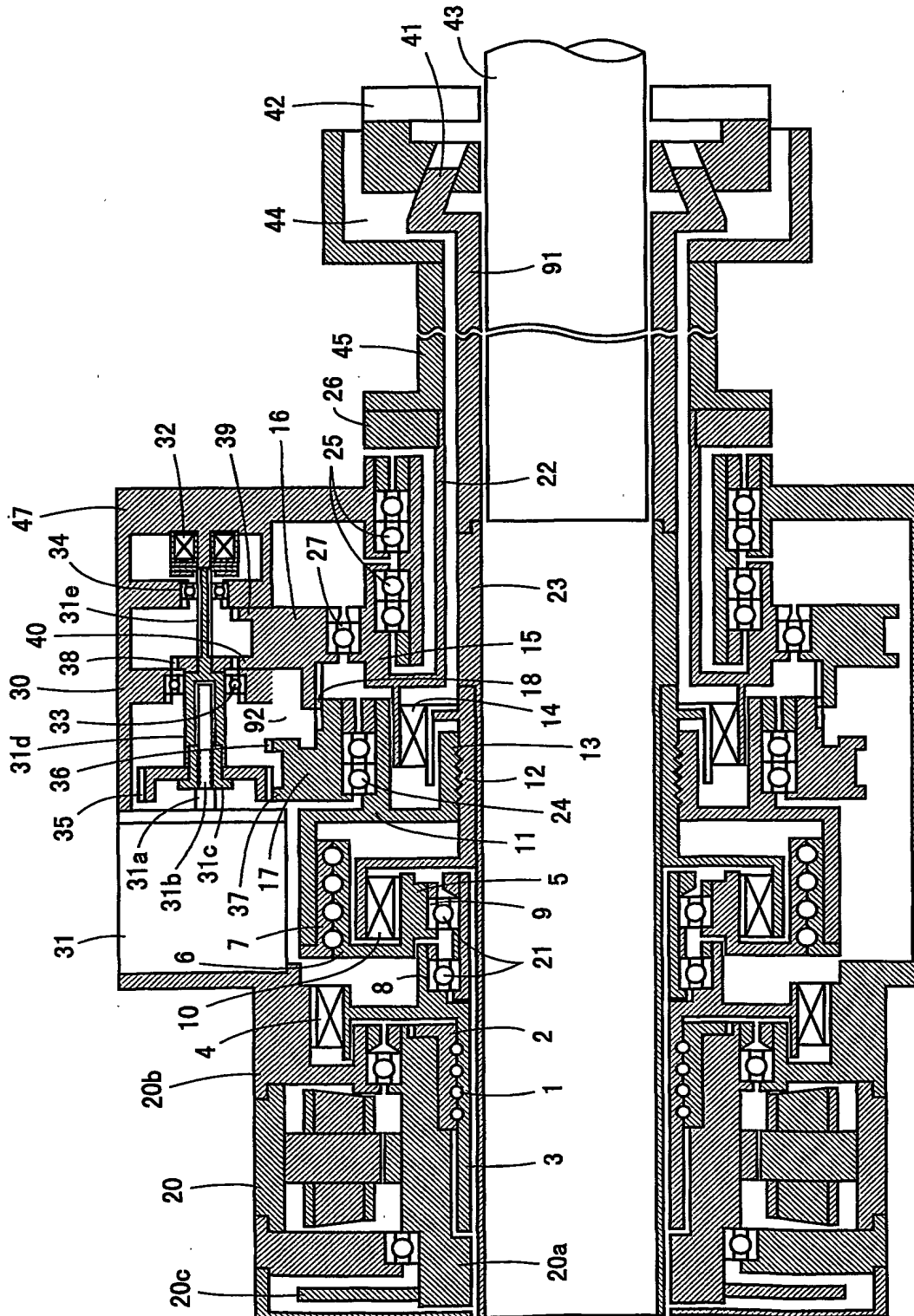


第4図



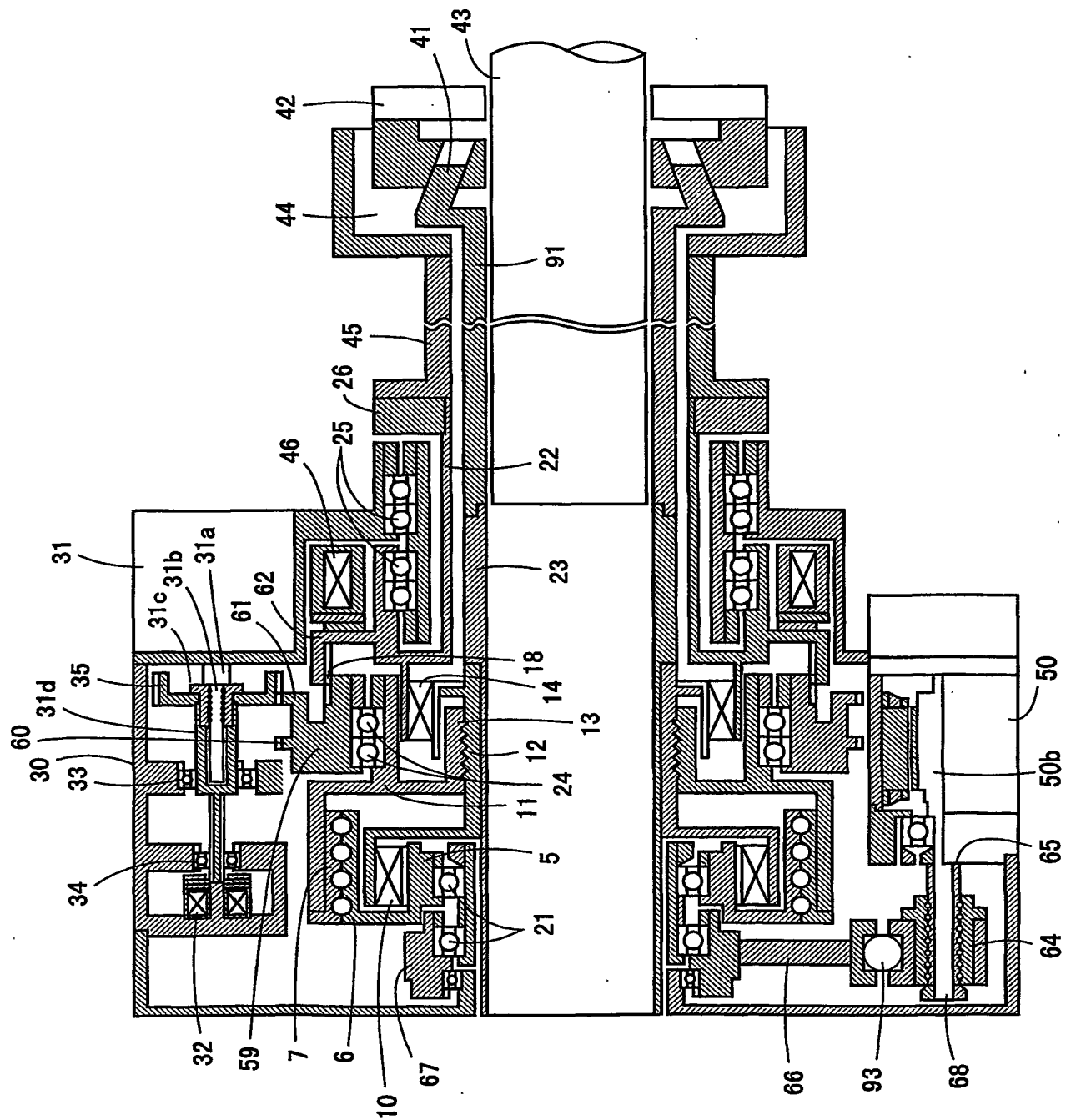


第5図



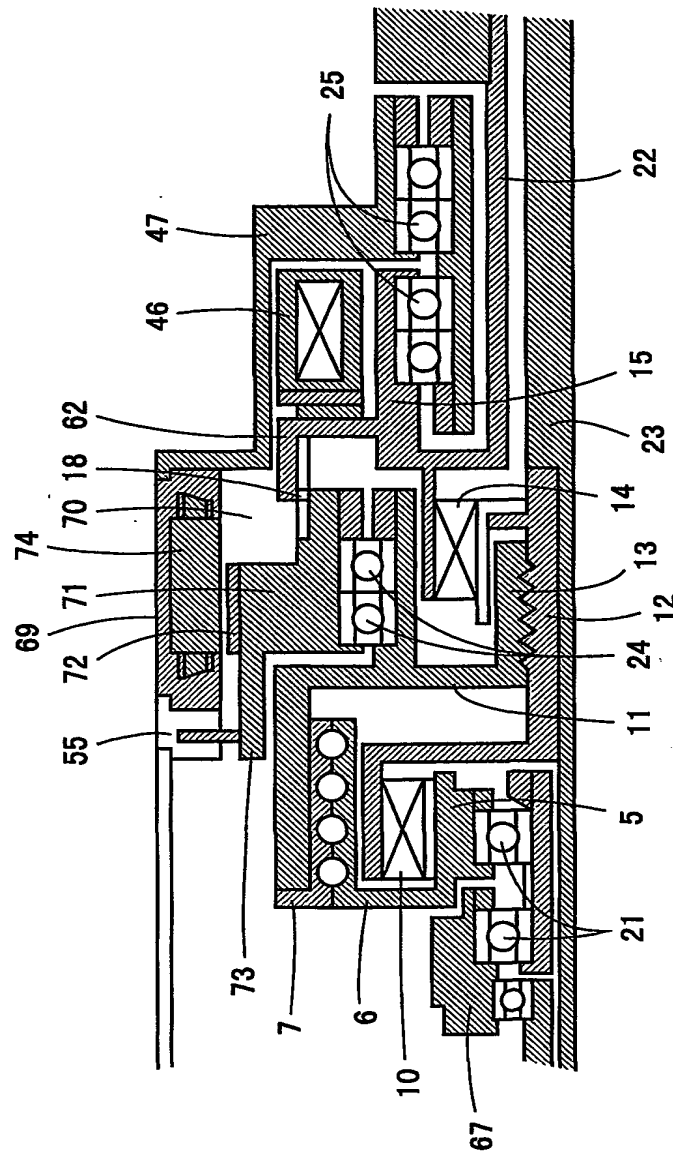


第6図



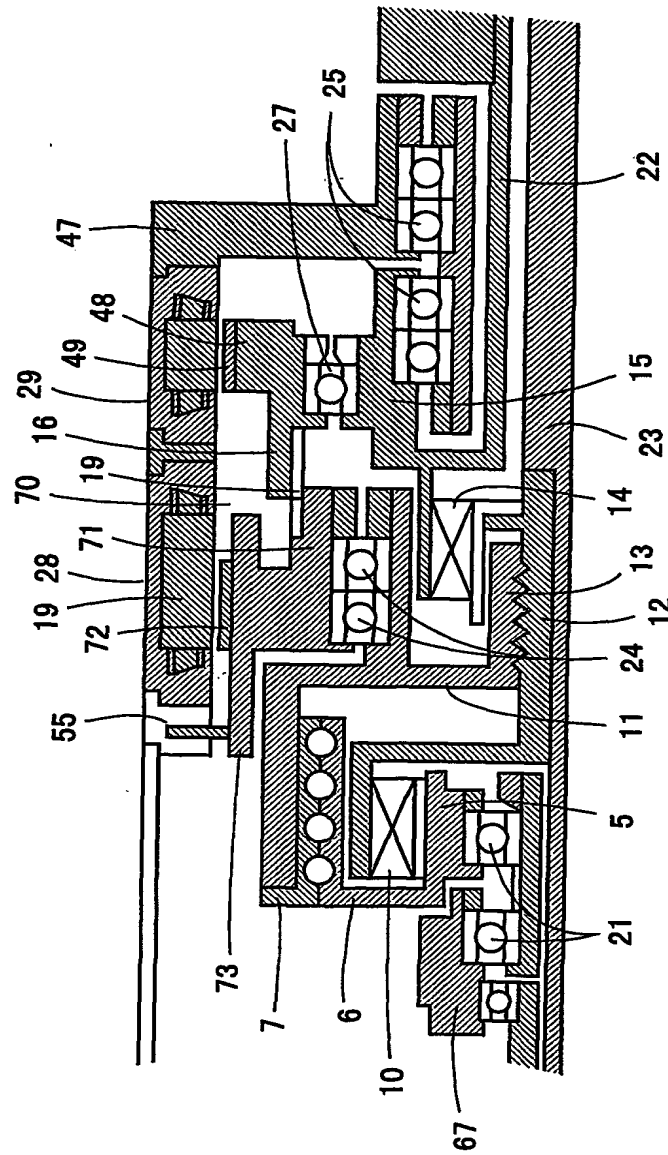


第7図



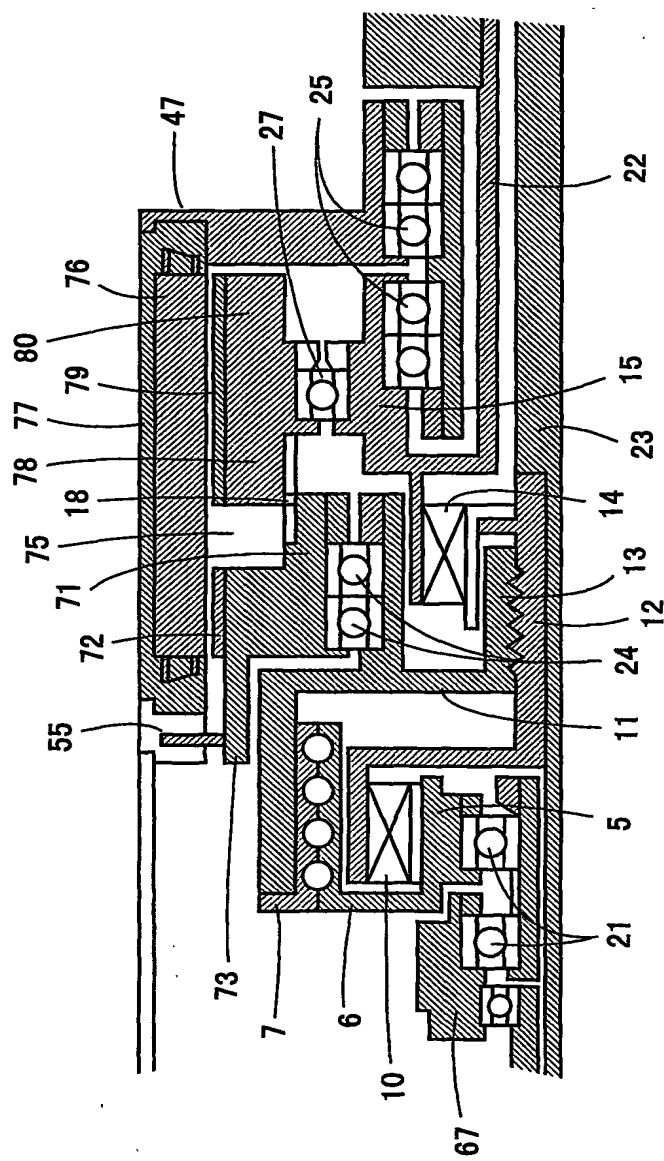


第8図





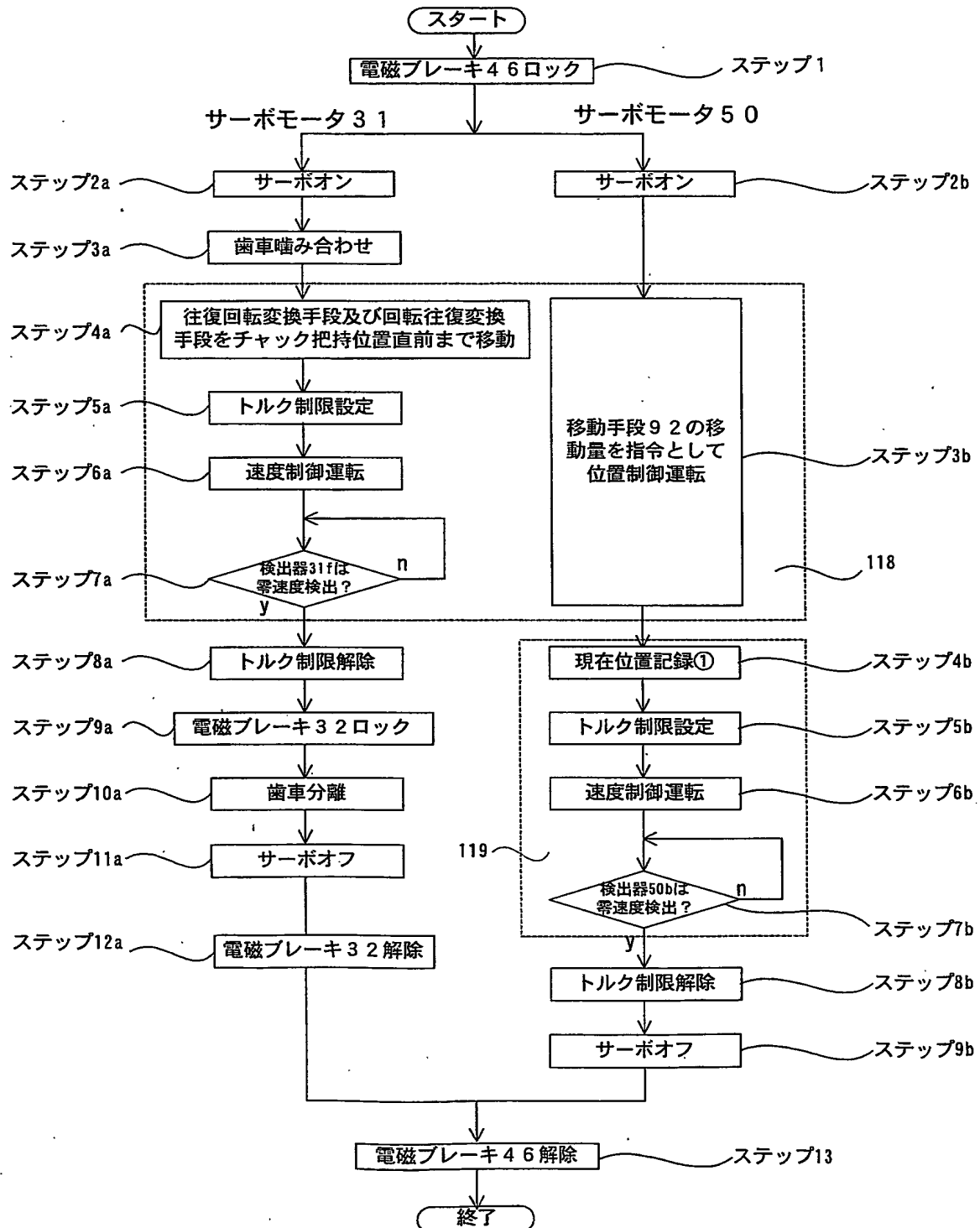
第9図





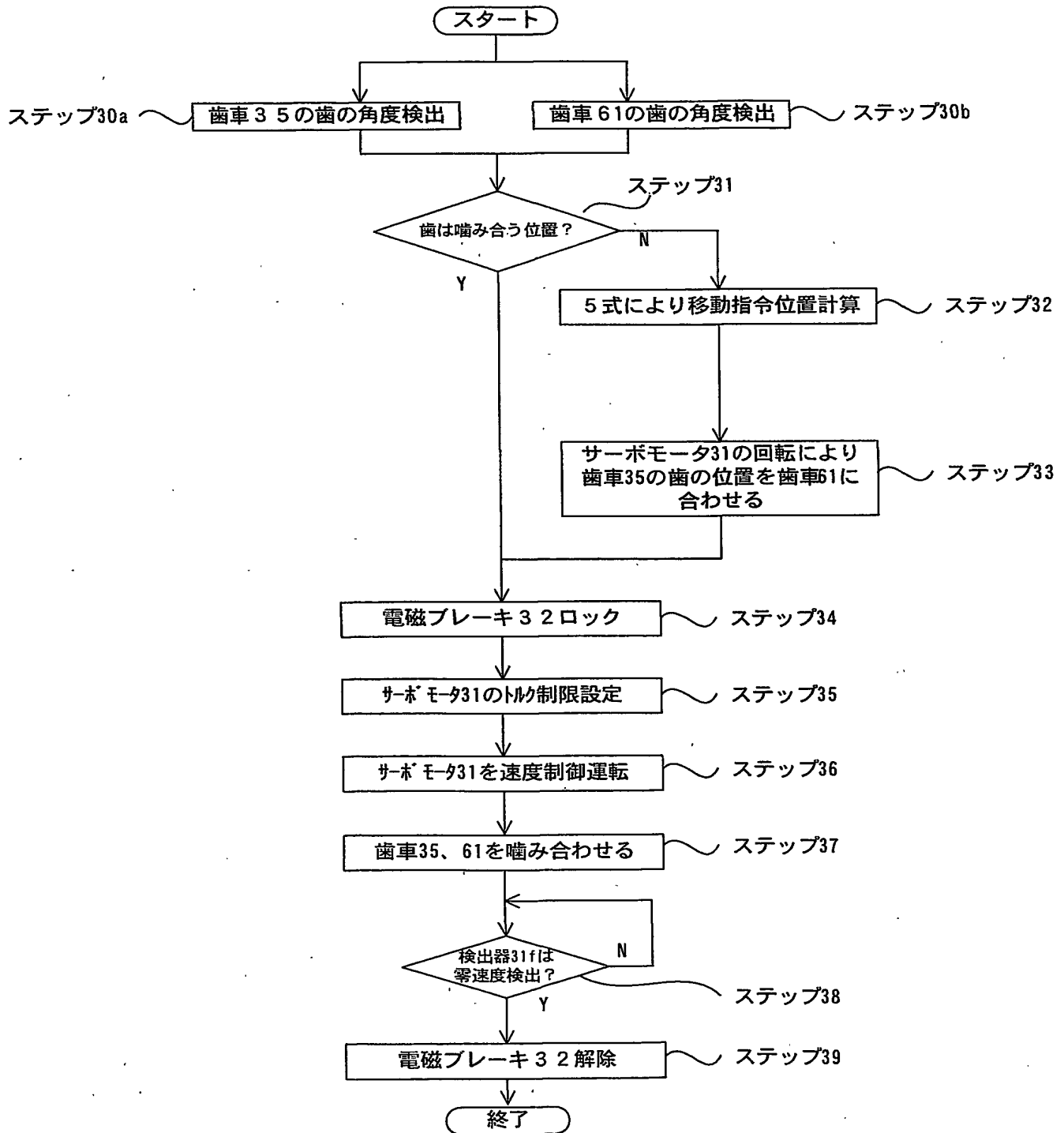


第 1 1 図





第 1 2 図

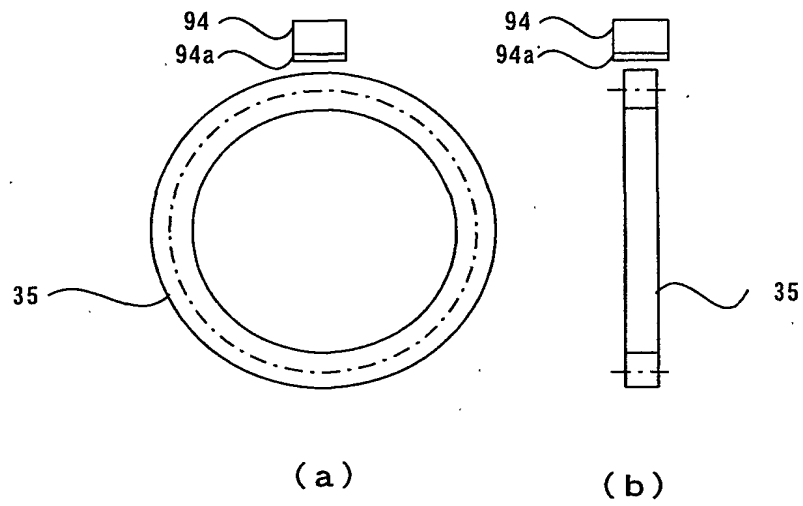




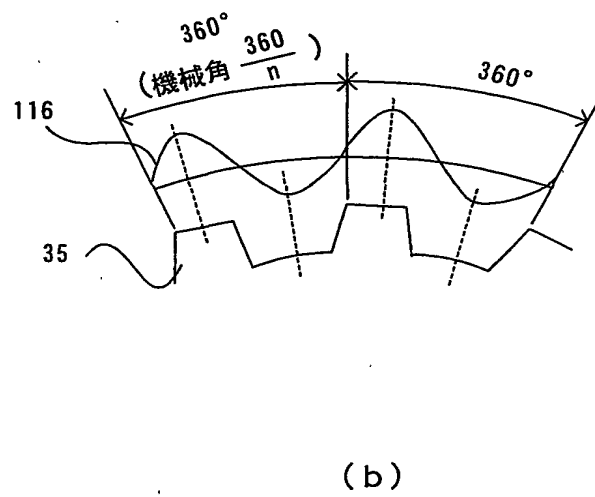
•
•

•
•

第13図

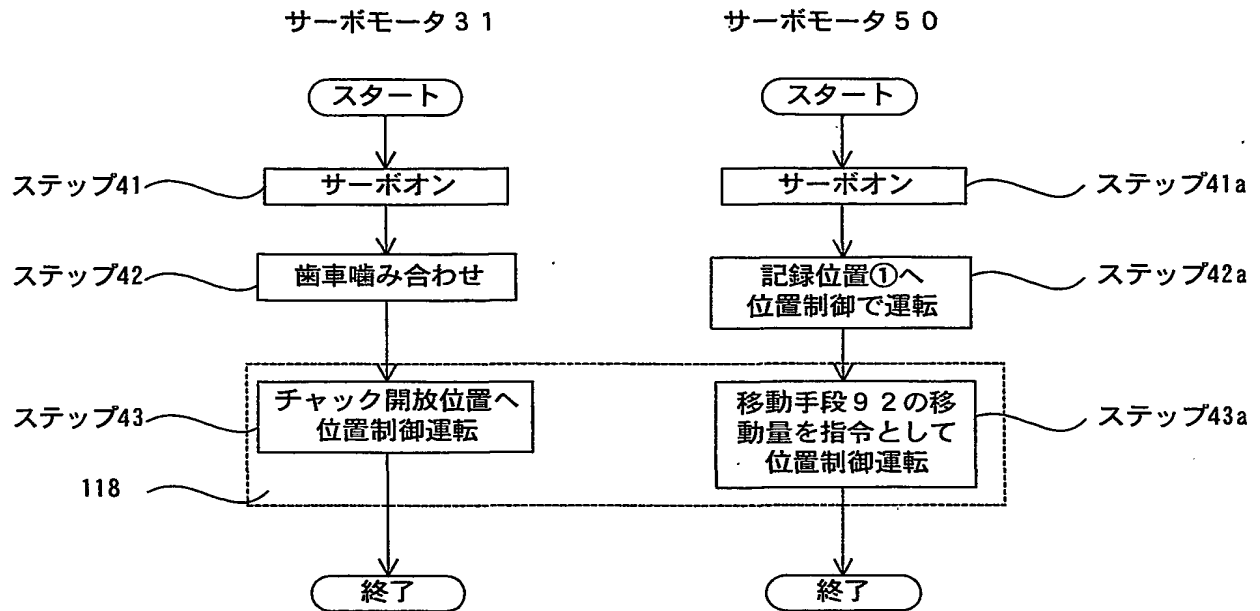


第14図



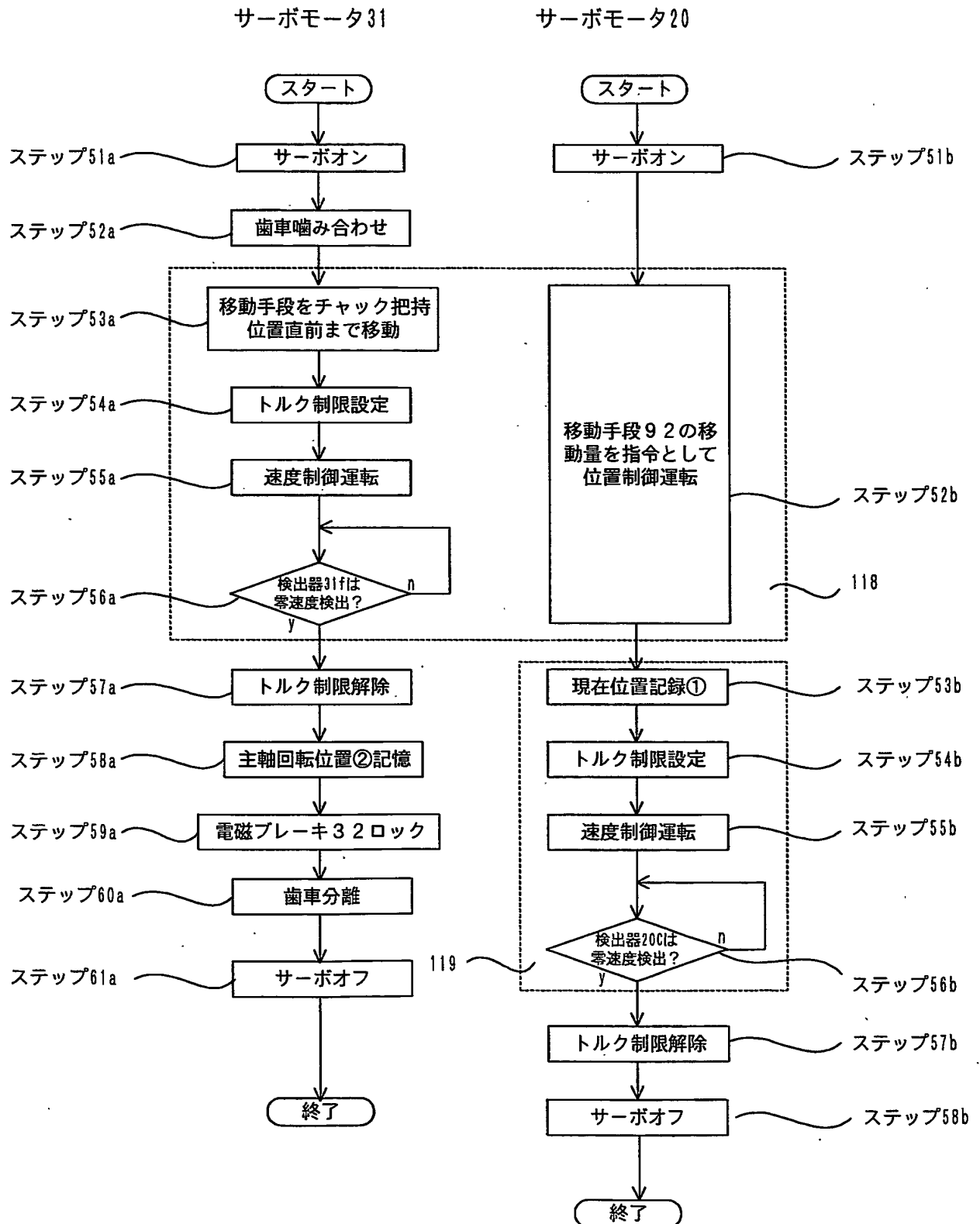


第 1 5 図



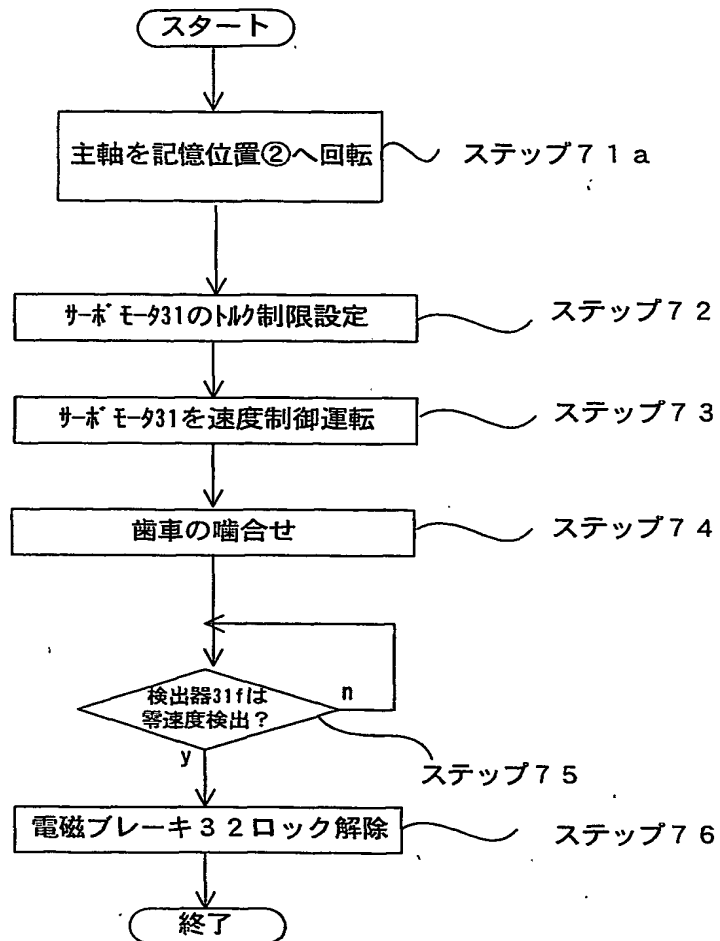


第 16 図



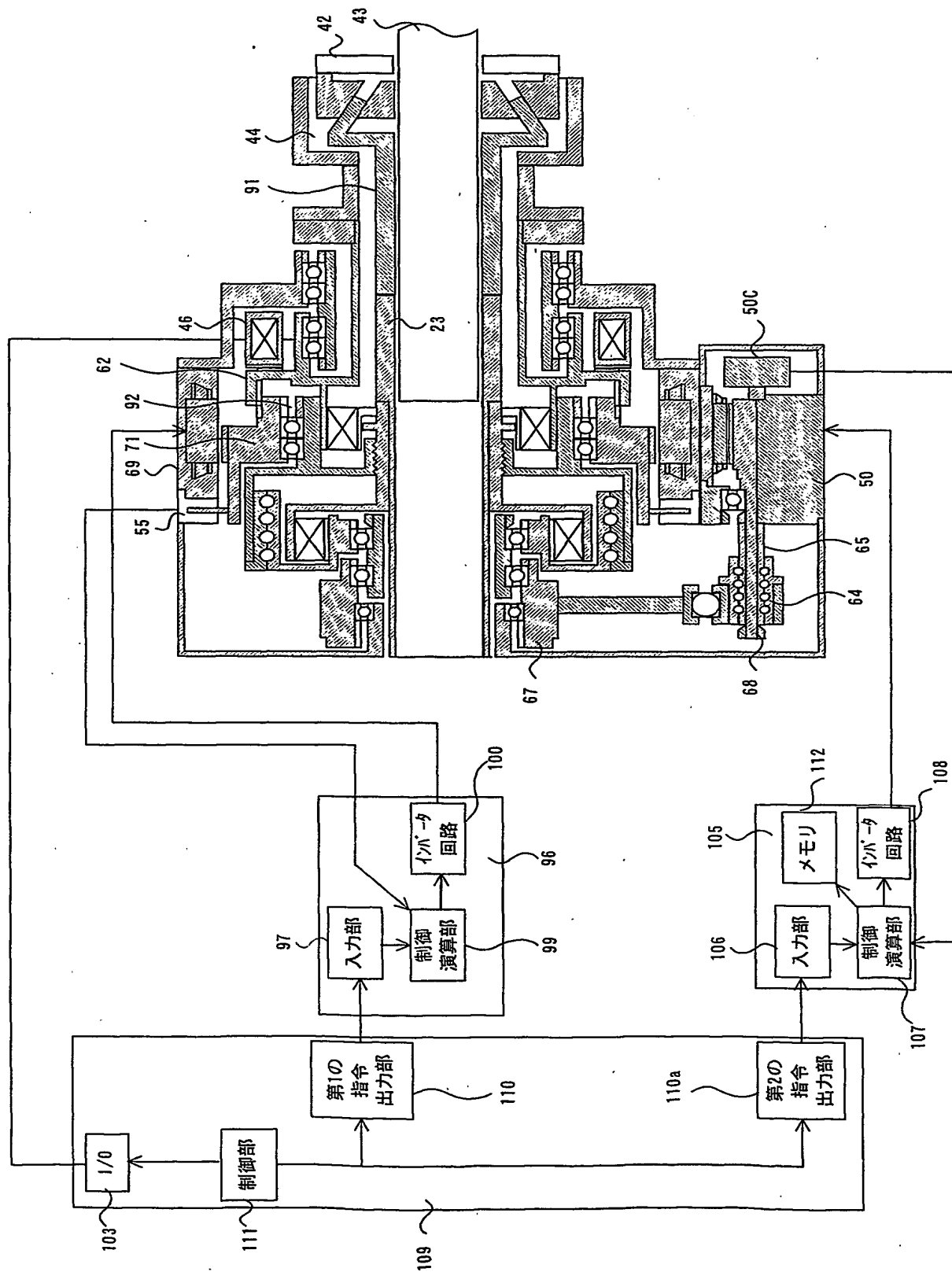


第17図



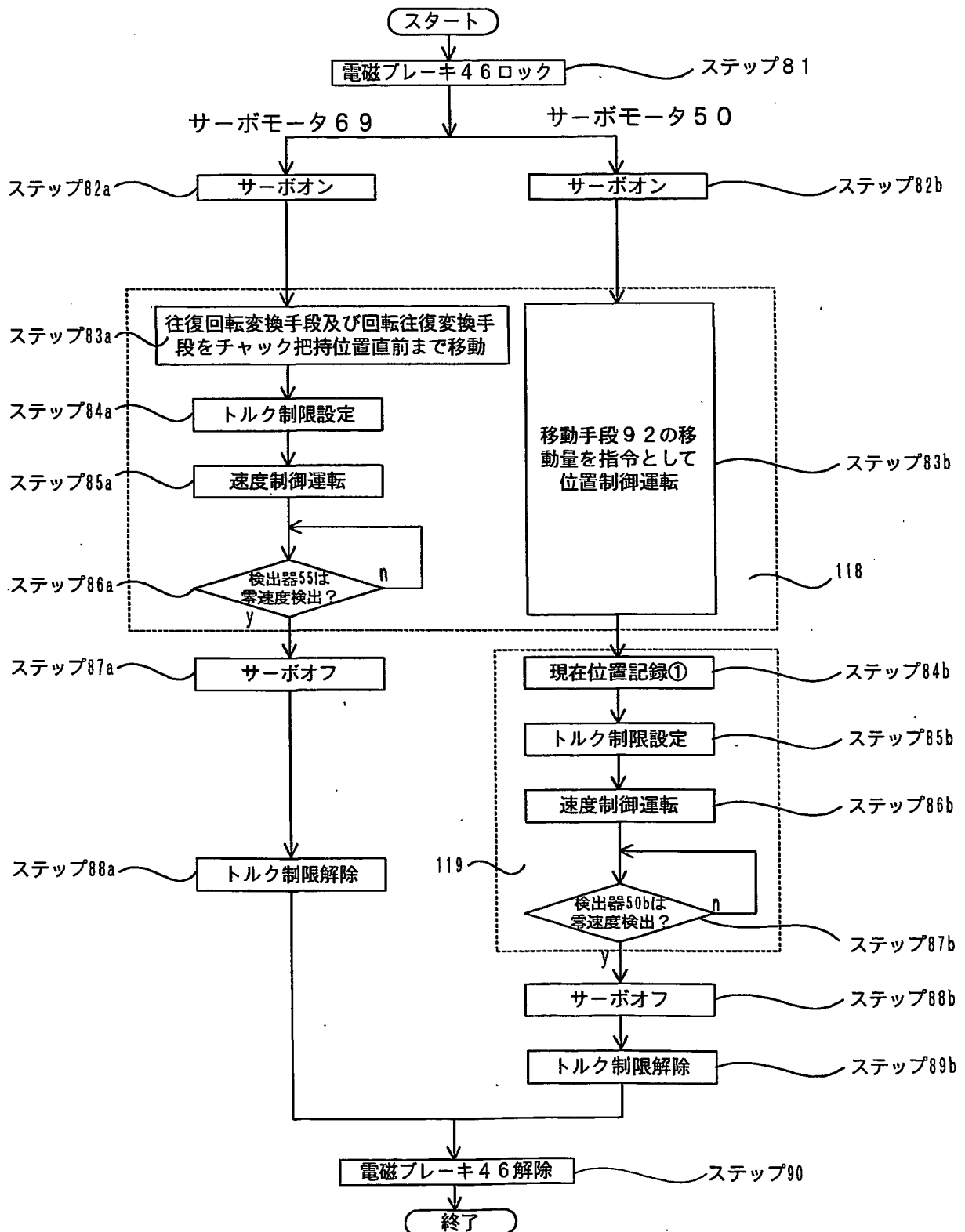


第18図





第19図





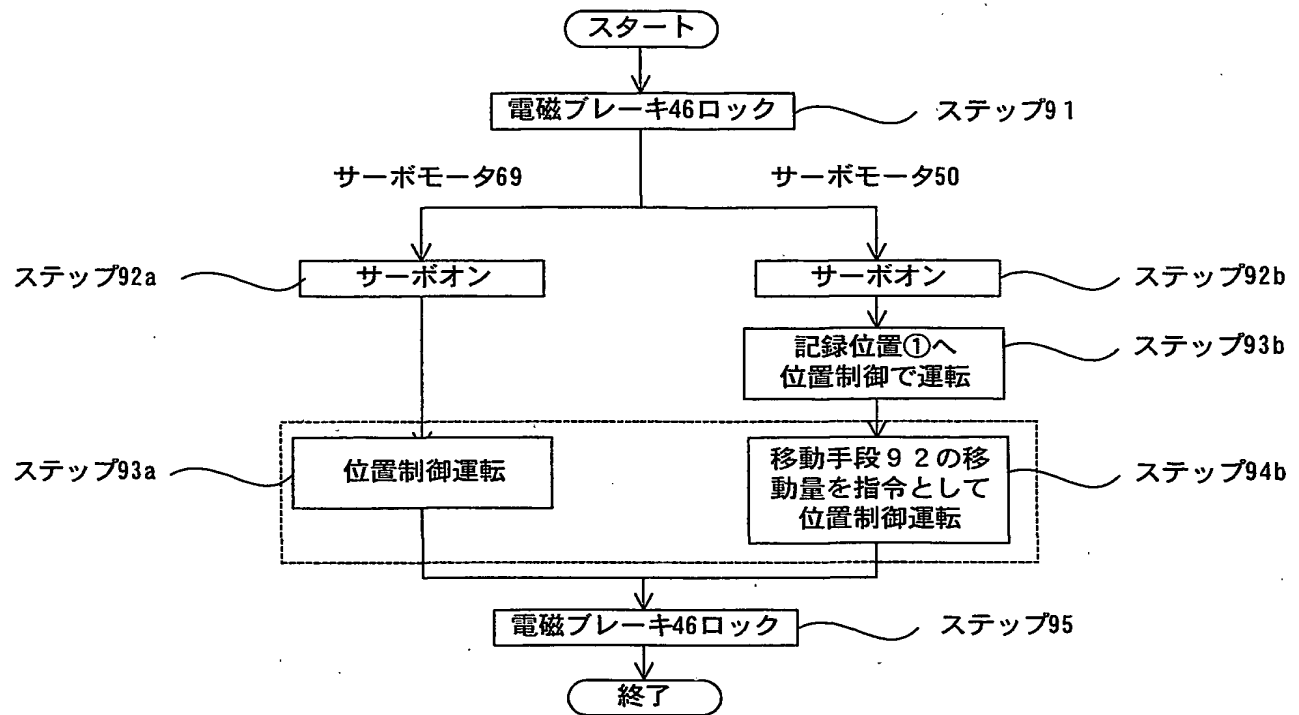
.

.

.

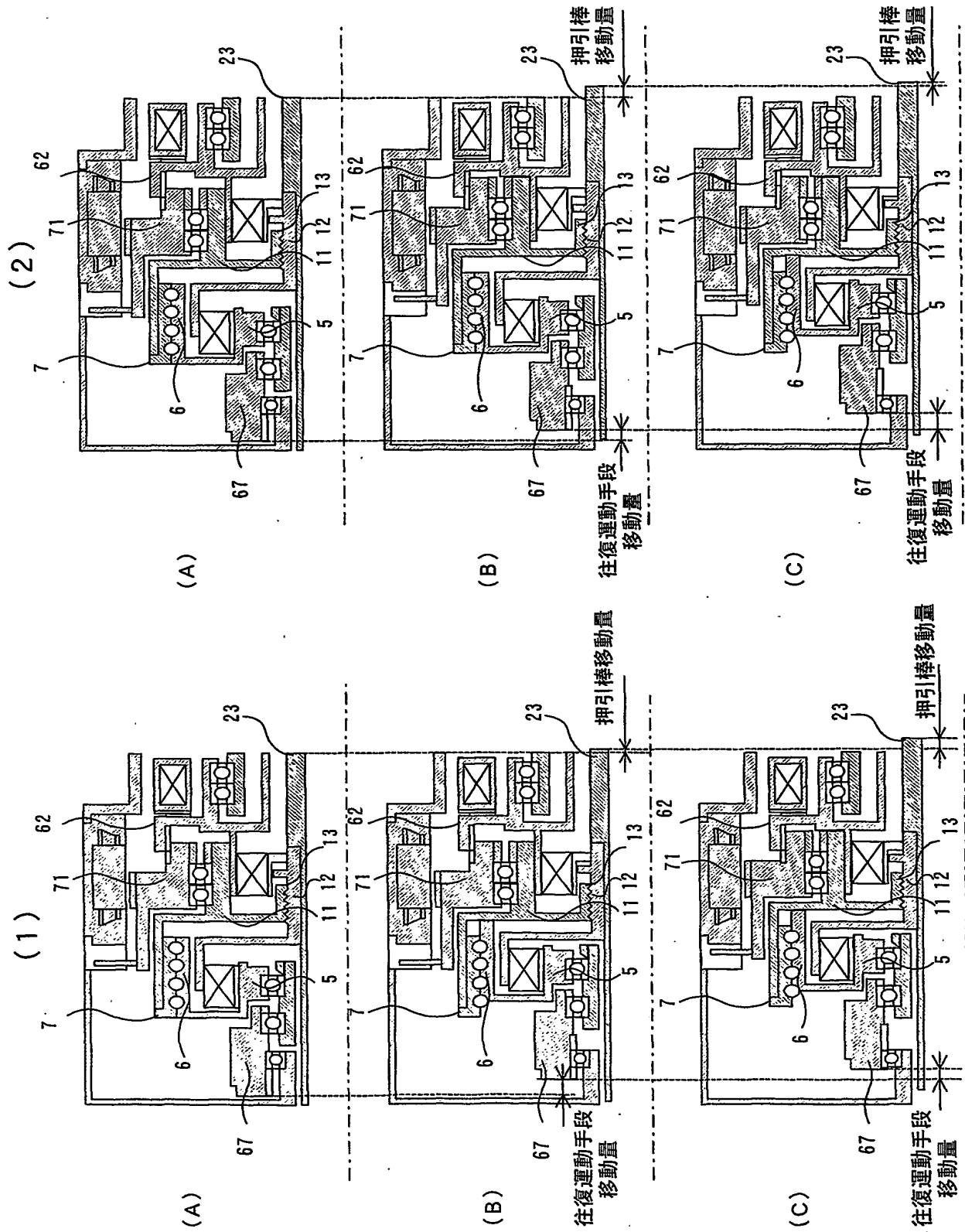
.

第20図





第21図





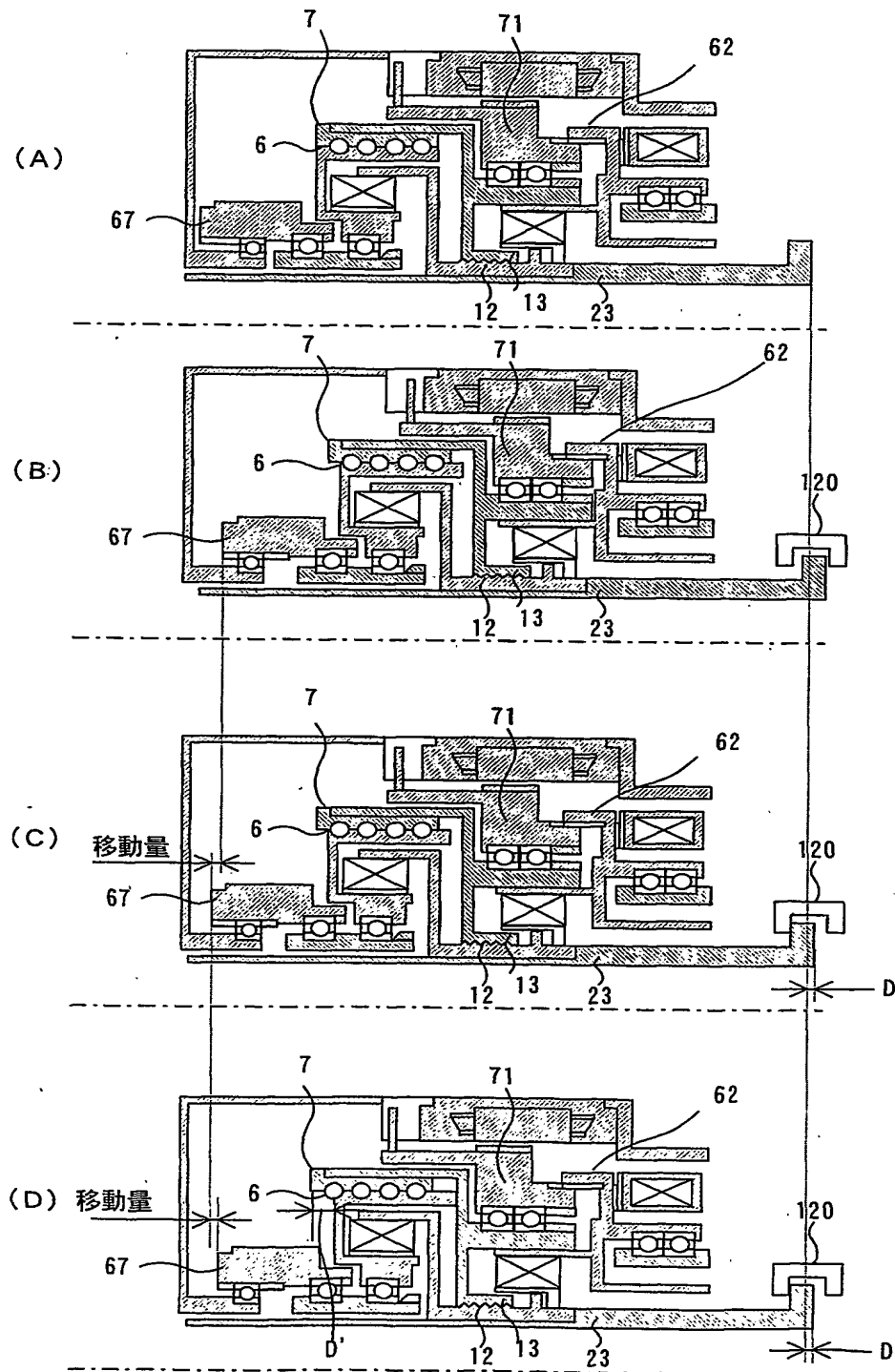
.

.

.

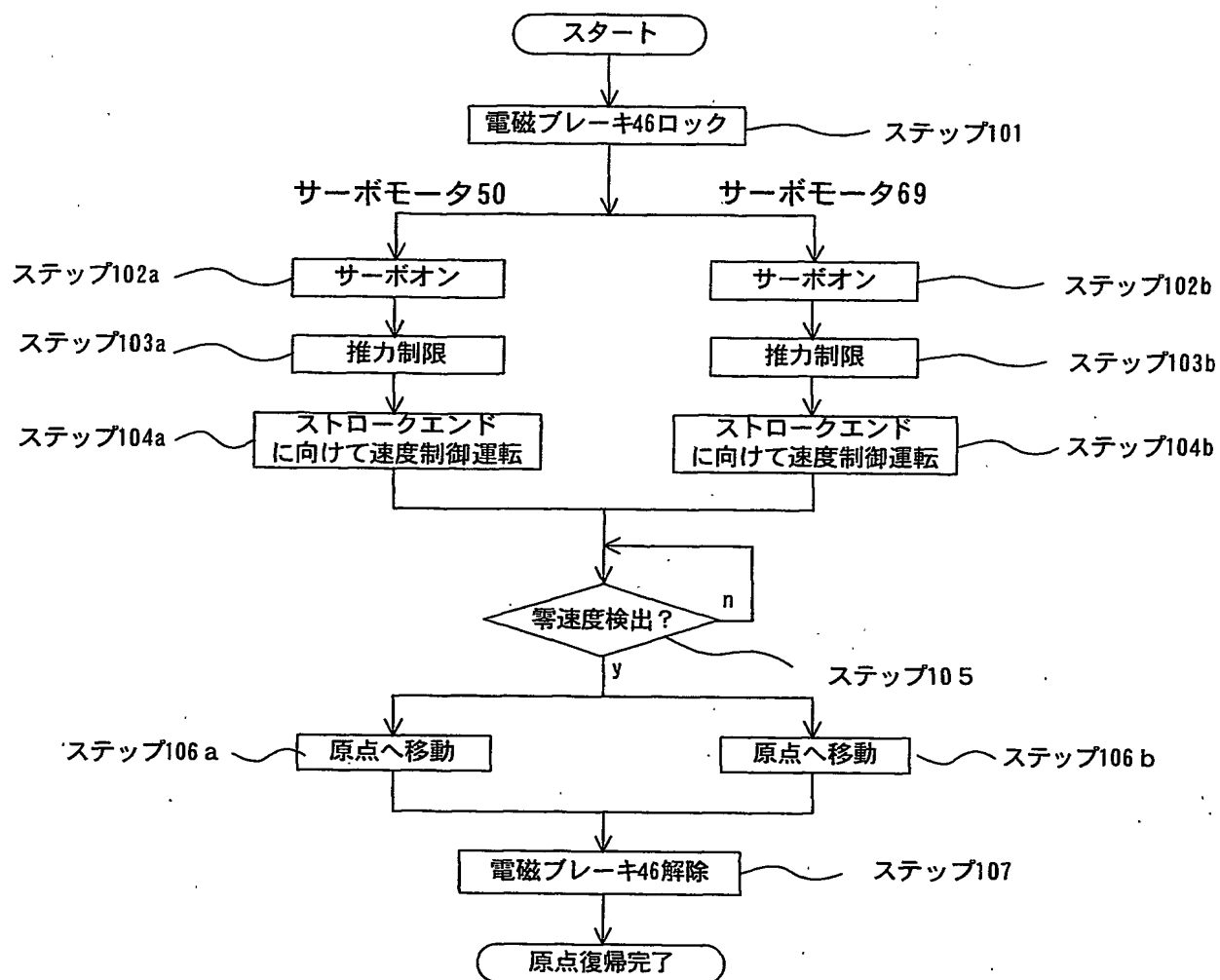
.

第 2 2 図





第 2 3 図





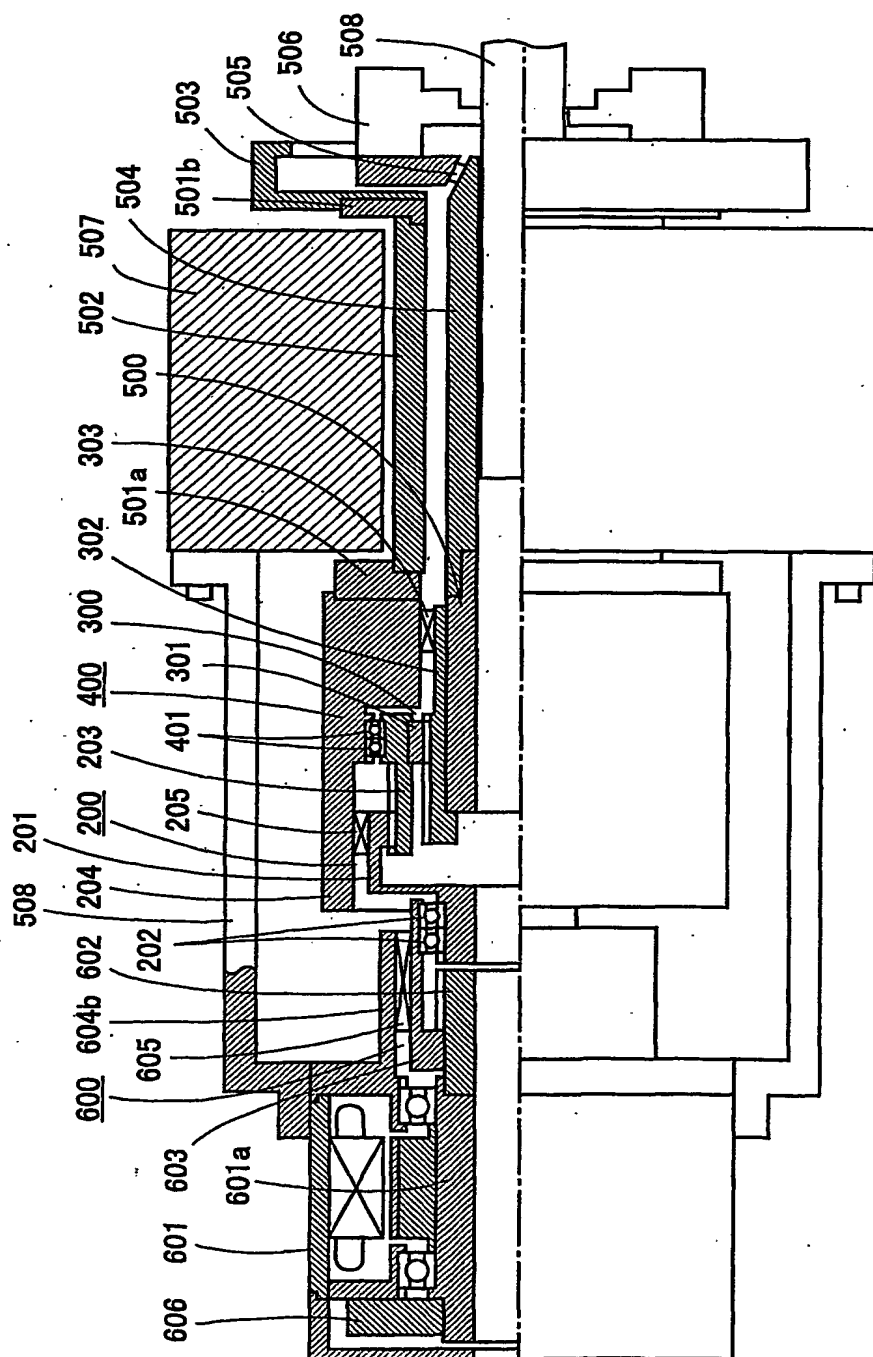
1

2

3

4

第24図





,

,

,

.